உந்நிலையியல் — மேல்நிலை — முதலாம் ஆண்டு — தொகுதி-I

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

# சூழ்நிலையியல்

தொகுதி I

மேல்நிலை — முதலாம் ஆண்டு

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்
சென்னை

முதல் பதிப்பு — 1978

(தமிழ்நாட்டு அரசு ஆணைக்கிணங்க அமைக்கப்பட்ட
குழுவினால் தயாரிக்கப்பட்டது.)

விலை : ரூ. 3-30

இந்நூல் 60 ஜி.எஸ்.எம். தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

அச்சிட்டோர் :
பரணி பிரஸ், சென்னை-600 018

## பொருளடக்கம்



இந்நூலின் தொடர்ச்சி இரண்டாம் தொகுதியாக வெளியிடப்படுகிறது.

# 1. சூழ்நிலை — ஓர் அறிமுகம்

## (ENVIRONMENT—AN INTRODUCTION)

### முன்னுரை

நாம் வாழும் சூழ்நிலையானது, நான்கு முக்கிய மூலக் கூறுகளான நீர், காற்று, நிலம் மற்றும் உயிரினங்களான தாவரங்கள், பிராணிகள் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியதாகும். பௌதீகச் சூழ்நிலையானது, நீர், நிலம் காற்று ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியதாகும். மற்றொரு பிரிவான உயிரினச் சூழ்நிலையானது (biological environment) தாவரங் களையும், பிராணிகளையும் உள்ளடக்கியதாகும். இவ்வாறு உயிரினங்களான தாவரங்களும் பிராணிகளும் ஒருங்கிணைந்த தொகுதியே உயிர்க்கோளம் (bio-sphere) என்று அழைக்கப் படுகிறது.

புவியில் இந்த உயிர்க் கோளமானது ஒரு தனித்தன்மை வாய்ந்த அமைப்பைக் கொண்டதாகும். எல்லா உயிரினங் களும் ஒன்றினை ஒன்று சார்ந்து வாழ்வதோடு அல்லாமல் தான் வாழும் பரப்பில் உள்ள பௌதீகச் சூழ்நிலையைச் (physical environment) சார்ந்தும் வாழ்கிறது. உயிர்க் கோள மானது மனித வாழ்வின் பல்வேறு வழிகளிலும் பங்கு வகிக் கிறது. வளர்ந்து வரும் மனித நாகரீகத்திற்கும், வாழ்வின் அடிப்படைக்கும் இந்த உயிர்க்கோளம் இன்றியமையாததாகும்.

கற்கோளம் (litho-sphere) மனிதனின் பல்வேறு நடவடிக் கைகளுக்கு முக்கியமானதாகும். இந்தப் புவியின் மேற்பரப் பானது கட்டிடங்கள், சாலைகள், ரயில் பாதைகள் போன்ற வற்றை அமைக்க உதவுகிறது. மற்றும் பல்வேறு பொருளா தாரச் செயல் முறைகளான விவசாயம், தொழில் உற்பத்தி, வாணிபம் ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ் வாறான நிலப் பயன்பாடு ஒரு பிரதேசத்திற்கும் மற்றொரு பிரதேசத்திற்கும் இடையே மாறுபடுவதோடல்லாமல் அந்தந்

தப் பிரதேசத்தின் நிலத் தன்மைக்கு ஏற்றவாறும் அமைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக உலகத்தின் முக்கிய விவசாயப் பிரதேசங்கள் யாவும் 100 மீட்டர் உயரத்திற்குக் குறைந்த தாழ்நிலங்களாக உள்ளன; வன் சரிவானது (steep slope) குடியிருப்புக்கும், பொருளாதார நடவடிக்கைக்கும் உகந்ததல்ல. புவியின் மேற்பரப்பானது, கனிச் செல்வம், எரிபொருள் ஆகியவற்றின் உற்பத்திக்கும், மற்றும் முக்கியமாக மண் பரவலுக்கும் பயன் படுகிறது.

நீர்க் கோளம் (hydros-phere) எனப்படுவது, நீர்ப் பரப்புக்களான, பேராழிகள், ஏரிகள், ஆறுகள், ஏனைய மற்ற நீர் நிலைகளையும் உள்ளடக்கியதாகும். இந்த நீர்க் கோளமானது புவியின் மொத்தப் பரப்பில் 75 சதவீதத்திற்கும் மேலான பரப்பைப் பெற்றுள்ளது. இந்தப் பரந்து விரிந்த நீர்ப் பரப்பானது மிக முக்கியமான, மீன் போன்ற உணவு வளத்திற்கு அடித்தளமாக அமைந்துள்ளது. பேராழிகள், வளிமண்டலத்தின் வெப்பத்தை மாற்றியமைப்பதோடல்லாமல், அதற்குப் பெரும் பகுதியான நீராவியையும் (water vapour) அளிக்கிறது. மேலும் பேராழிகள் மனிதனின் கடற்பயணத்திற்கும் பரந்து விரிந்து கிடக்கும் பல்வேறு நிலப்பரப்புகளை ஒன்றிணைப்பதற்கும் ஒரு கருவியாக அமைந்துள்ளன.

உள்நாட்டு நீர்நிலைகளான ஆறுகள், ஏரிகள் போன்றவை, பேராழிகளைப் போன்று சில பயன்களைத் தருகின்றன; மேலும் அவற்றிற்கே உரிய சில பயன்களையும் கொண்டுள்ளன. இத்தகு ஆறுகள், ஏரிகள், நிலமடிநீர் முதலியன மனிதனுக்கு, வீட்டிற்காகவும், விவசாயத்திற்காகவும், தொழிற்சாலை போன்றவற்றிற்கும், அடிப்படை வளமாக அமைந்துள்ளன. மேலும், ஆறுகள், மின்சக்தி உற்பத்தி செய்யவும், நீர்வழிப் பயணத்திற்கும், உள்நாட்டு மீன் பிடிப்பிற்கும், பொழுது போக்கிற்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வளி மண்டலம் (atmosphere) எனப்படுவது புவிக் கோளத்தை முழுமையாகச் சூழ்ந்த ஒன்றாகும். புவிக்கு இந்த வளிமண்டலம் ஒரு போர்வை (blanket) போன்று செயல் படுகிறது. இதனால் உள்வரும் குறுகிய ஞாயிற்றின் வெப்பக் கதிர்வீச்சும் (solar radiation), வெளிச் செல்லும் நீண்ட நிலக் கதிர்வீச்சும் (terrestrial radiation) பாதிக்கப்படுகிறது. வளி மண்டலத்தின் கீழடுக்குப் பகுதியில் உள்ள நீராவியும், கரியமில

வாயுவும், இரவிலும் கூட நிலப் பகுதியை வெது வெதுப்பாக வைத்திருக்கின்றன. மாறுபட்ட வெப்பநிலையை வளிமண்டலத்தில் உருவாக்கும் கதிரவனின் கதிர்வீச்சு (sun's rays) வளி மண்டலத்தில் சுழற்சியை (atmosphric circulation) உண்டாக்கி, காற்று, மழை, ஆகியவற்றை ஏற்படுத்துகின்றது. தாவரங்கள் மற்றும் விலங்கினங்களின் வாழ்க்கையானது காலநிலைப் பருவ வேறுபாட்டிற்கு ஏற்ப சீராக அமைந்துள்ளது. வெப்பமும் மழையும் மனிதனைப் பல வகைகளில் பெரிதும் பாதிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, மனிதன், மிகக் குறைவான வெப்பநிலைக் காலங்களில் குளிரிலிருந்து தன்னைப் பாதுகாத்துக் கொள்ள வெதுவெதுப்பான ஆடைகளை அணிகிறான். குளிர்கால வெப்ப நிலை மிகவும் குறையும்போது மனிதன் அதிகமான அளவு சக்தி தரக்கூடிய (more calories) உணவை உட்கொண்டு தன்னை வெது வெதுப்பாக வைத்துக்கொள்கிறான்.

## சூழ்நிலைக் கொள்கை (Concept of Environment)

சூழ்நிலைக் கொள்கையானது ஒரு தனி உயிரினத்திற்கும், அதனைச் சூழ்ந்துள்ள சூழ்நிலைக்கும் உள்ள தொடர்பைக் குறிப்பதாகும். சூழ்நிலையும் உயிரினமும் பிரிக்க முடியாத ஒன்றாகும். உயிரினம் தன் அடிப்படைத் தேவைகளை நிறைவு செய்து கொள்ளத் தன் சூழ்நிலையைச் சார்ந்துள்ளது. இயற்கையின் மாறுபட்ட தன்மையானது பல வேறுபட்ட நிலத்தோற்றம், வடிகால் (drainage), காலநிலை ஆகியவற்றைக் கொண்ட சூழ்நிலையின் காரணமாகவே ஏற்படுகிறது. மேலும் இவை தாவரங்கள், பிராணிகள் ஆகியவற்றின் வாழ்விலும் வேறுபாட்டை உண்டுபண்ணுகிறது. அதில் முக்கிய மூலக் கூறுகளாவன நில அமைப்பு, காலநிலை, வடிகால், மண், இயற்கைத் தாவரங்கள் (flora), இயற்கைப் பிராணிகள் (fauna) ஆகியனவாகும்.

மேற்கூறிய மூலக்கூறுகள் அனைத்தும் மனிதனின் பொருளாதாரச் செயல்முறைகளோடு தொடர்பு கொண்டுள்ளமையால் மிகவும் முக்கியமானவையாகும். இவைகள் மனிதனுக்குச் சாதகமாகவும், சாதகமில்லாமலும் சில சமயங்களில் செயல்படுகிறது. இருப்பினும் இவை அனைத்தும் மனிதனின் பொருளாதாரம், சமூகம், அரசியல் போன்றவற்றின் வளர்ச்சிக்கு ஏதுவாக அமைகிறது.

மனிதன், இயற்கைச் சூழ்நிலையைக் கலாசாரச் சூழ்நிலையாக (cultural environment) மாற்றுகிறான். இத்தகைய

கலாசாரச் சூழ்நிலையானது தன்னைச் சார்ந்துள்ள இயற்கைச் சூழ்நிலையின் மூலக் கூறுகளுக்கு ஏற்ப அமைந்துள்ளது. மேலும் மனிதனின் பொறியியல் (technology) மற்றும் அறிவியல் (science) முன்னேற்றம் மனிதனின் அடிப்படைத் தேவைகளுக்கு ஏற்பவே அமைந்துள்ளது.

**கலாசாரச் சூழ்நிலை (Cultural Environment)**

இயற்கைச் சூழ்நிலை உள்ள பிரதேசமானது மனிதன் தன் வாழ்க்கையை அமைத்துக் கொள்ளும் ஓர் இடம் என்றால் மிகையாகாது. மனிதன் தான் வாழுகின்ற இடத்தில், இயற்கைச் சூழ்நிலையோடு போராடித் தன்னை அச்சூழ்நிலைக்கேற்ப சரி செய்து கொண்டு சூழ்நிலையில் உள்ள சில அல்லது பல மூலக் கூறுகளைப் (elements) பயன்படுத்த முயல்கிறான். இவ்வாறு சேகரித்த இந்த மூலகங்களைக் கலாசார நிலத் தோற்றத்தை அமைப்பதற்குப் பயன்படுத்துகின்றான். மனிதன் இந்த மூலக் கூறுகளைச் சொந்தமாக்கி, தனிப்பட்ட சமூகத்தின் ஒற்றுமைக்கும், அரசியல் பாதுகாப்பிற்கும் உதவுகிறான். இந்தச் செயல் முறைக்குத் தெரிந்தெடுத்துச் சரிசெய்து கொள்ளும் முறை (eccesis or adjustment which consists of selection and adaptation) என்று கூறலாம். மனிதன் தன் உழைப்பாலும் சக்தியாலும் இயற்கைச் சூழ்நிலையை மாற்றுகிறான். சிறிது காலத்திற்குப் பின் அச் சூழ்நிலை மறைந்தோ அல்லது அடையாளம் காண முடியாமலோ மாறிவிடுகிறது. மனிதன், கனி வளங்களைத் தோண்டி எடுத்தும், மரங்களையும், விலங்குகளையும் அழித்தும், ஆற்று நீரை மின்சக்திக்கும் நீர்வழிப் பயணத்திற்கும் பயன் படுத்தியும், நிலத் தோற்றத்தில் வயல் வெளிகளையும், நகரங் களையும், ஆலைகளையும், தொழிற்சாலைகளையும் உருவாக்குகிறான். இதனால் சில குறிப்பிட்ட பிரதேசங்கள் பயிர்த் தொழில் பிரதேசங்களாகவும், உற்பத்தித் தொழில் மையங்களாகவும், வியாபாரப் பிரதேசங்களாகவும் முன்னேற்றமடைகின்றன. ஒவ்வொரு பிரதேசமும் ஒவ்வொரு வகையில் சிறப்படைந்து அந்தப் பகுதியில் உள்ள இயற்கை வளத்தைப் (natural resources) பயன்படுத்த உதவுகிறது. இந்தச் செயல்முறையானது பொருளாதாரச் செயலில் தனிச் சிறப்பு வாய்ந்த (areal speciaiization) தொகுதிகளை எற்படுத்துகின்றது.

மனிதனின் ஒவ்வொரு நடவடிக்கையும் அவனது தேவைகளை நிறைவு செய்து கொள்ளவே தவிர, சூழ்நிலையைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும் என்ற நோக்கத்திற்காக அல்ல. இத்தகு நடவடிக்

கைகளை தனது மிக முக்கிய அடிப்படைத் தேவைகளான உணவு, உறைவிடம், உடை இவைகளை அடைய மனிதன் மேற்கொள்கிறான். மேற்கூறியவைகளோடுகூட, அரசியல் அமைப்பு, பொழுதுபோக்கு, இலக்கிய கலை உணர்வுகள் போன்றவை மனிதனால் பூர்த்தி செய்யப்பட வேண்டிய தேவைகளாகும். இவைகள், முதலில் கூறப்பட்ட அடிப்படைத் தேவைகளைப் போன்று முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததல்ல. மனிதனின் தேவையானது, மனிதனின் உற்பத்தி போன்ற செயல்முறைகளை மறைமுகமாகத் தூண்டி, உணவு, உடை, இருப்பிடம் போன்றவற்றை நிறைவு செய்துகொள்ள உதவு கிறது. இந்த நிலையின் காரணமாக மனிதன் சூழ்நிலையை ஓரளவிற்கு மாற்றுகிறான்; சூழ்நிலையும் மனிதனை ஓரளவிற்கு மாற்றுகிறது. இந்த இருவினைச் செயல்முறையே உண்மை யான, பொருந்தி வாழும் செய்கையாகும்.

இந்த நோக்கத்தோடு பார்த்தால் ஒவ்வொரு பிரதேசத்தின் புவியியலும் மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளதைக் காணலாம். ஒரு பகுதி மனிதனின் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்துகொள்ளும் அவனது நடவடிக்கைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது. மற்றொரு பகுதியான இயற்கைச் சூழ்நிலை—நில அமைப்பு; பாறை அமைப்பு, காலநிலை, தாவரம், விலங்கினம், ஆகியன மனித நடவடிக்கைக்கு ஆதாரமாக அமைந்துள்ளது. மனித நடவடிக்கைகளுக்கும் இயற்கைச் சூழ்நிலைக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உண்டு என்பதை மேற்கண்டவற்றின் மூலம் அறிவோம். இந்த நெருங்கிய தொடர்பின் காரணமாக மூன்றாவதான பகுதிஉண்டாகிறது. இந்தத் தொடர்பானது மனிதனின் சூழ்நிலையை மாற்றி அமைத்துத் தன் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்துகொள்ளும்நிலையைச் சார்ந்துள்ளது. மேலும்' சூழ்நிலையும் மனிதனின் வழிமுறைகளை ஓரளவிற்குக் கட்டுப் படுத்துகிறது.

தன் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்துகொள்ளப் போராடும் மனிதனின் செயல்முறைகள் சூழ்நிலையில் அழுந்தப் பதிக்கப் படுகிறது. இந்தத் திடமான செயல்முறையானது, காலநிலைத் தோற்றம், இயற்கைநிலத் தோற்றத்தினின்றும் மாறுபட்டு அமைய ஏதுவாகிறது. வேறு முறையாகச் சொன்னால் மனிதன் இயற்கை நிலத் தோற்றத்தைத் திருத்தி அமைக்கிறான்' இது இருவினைச் செயல்முறையின் திடமான தோற்றமாகும் (concrete expression). முதலாவதாக, மனிதன் இயற்கையைச்

தன் விருப்பத்திற்கு மாற்றியமைக்கும் முயற்சிகளின் விளைவு; இரண்டாவதாக, இயற்கையின் கட்டுப்பாட்டை உள்ளடக்கிய மனிதனின் தன்னிச்சையான செயல்முறைகள் எனலாம்.

இந்த இருவினைச் செயல்முறையின் முக்கியத்துவத்தை, ரயில்பாதை முதலிய கலாசார நிலத் தோற்ற (cultural landscape) அமைப்புகளின் வாயிலாக நன்கு அறியலாம். மனிதன் தனது போக்குவரத்து வசதிகளைப் பூர்த்தி செய்யும் பொழுது இயற்கை நிலத் தோற்றத்தை மாற்றி, நிலத்தைச் சீரமைத்து ரயில் பாதை போன்றவைகளை அமைக்கிறான். அதோடு நில அமைப்பைக் கருதாமல் ஓரளவிற்குத் தேவைக்கு ஏற்ப ரயில் நிலையங்கள், குறிகாட்டிப் பாதைகள் (signal lines), குறிகாட்டிக் கம்பங்கள் (signal posts), கடக்கும் சம பாதைகள் (level crossings) போன்றவைகளையும் அமைக்கிறான். இவ்வாறு முன்னில்லாத சில மாற்றங்களை இயற்கை நிலத் தோற்றத்தில் அமைப்பது தன் போக்குவரத்துத் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்து கொள்வதற்காகச் செய்த அமைப்புகள் எனக் கருதலாம். இந்த ரயில் போக்குவரத்து வசதிக்காக, நேரான பாதைகளை அமைத்தும், நிலங்களைச்சமன் செய்தும்,சுரங்க வழிகளை ஏற்படுத்தியும் கட்டுவித்தும், மற்றும் பல மாறுதல்களையும் தோற்றுவிக்கிறான். ஆனாலும், சிற்சில நேரங்களில் மனிதனின் இச்செயல்கள் இயற்கையின் சக்தியால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறாக மனிதன் இயற்கையை ஓரளவிற்கு மாற்றுகிறான்; அதைப் போன்றே இயற்கையும் மனிதனின் செயல்களை ஓரளவிற்கு பாதிக்கிறது.

மேற்கூறியவற்றைப் போலவே இருப்பிடம், வீடுகள், தொழிற்சாலைகள், கிடங்குகள், கடைகள், அலுவலகங்கள் போன்றவைகளும் மனிதன் தன் தேவைகளை நிறைவு செய்து கொள்வதற்கான மற்ற முயற்சிகளின் விளைவுகளாகும். அவன் எவ்வாறு தனது உணவு மற்றும் கச்சாப் பொருள்களை அடைவதற்கு இயற்கையுடன் பொருந்தி வாழ்கிறான் என்பதை அவனது வயல்வெளிகள், சாகுபடி செய்யும் பயிர்கள், வீடுகள், அவற்றின் பாதுகாப்பிற்காக அமைக்கப்படும் வேலிகள் போன்ற பற்பல அமைப்புகள் தெளிவாக அறிவுறுத்துகின்றன. மனிதன் ஏற்படுத்தும் நிலக்கரிக் குவியல்கள் அவன் தனக்கு அவசியமான சக்தியை அடைவதற்குச் சூழ்நிலையுடன் எவ்வாறு ஒன்றிச் செயல்படுகிறான் என்பதைக் காட்டுகிறது. சமூக ஒருங்கிணைப்பு மற்றும்

போக்குவரத்து வசதிகள் ஆகிய தேவைகளை நிறைவுசெய்ய இவைகளுடன் தொடர்புடைய சாலைகள், ரயில் பாதைகள், நீர்வழிகள் (போக்குவரத்து வசதிகள்) முதலியவற்றை மனிதன் ஏற்படுத்துகின்றான். சமூகக் கூடங்கள், காவல் நிலையங்கள் போன்ற சமூக அமைப்புகளை மனிதன் உண்டாக்குகின்றான்; இவைகள் நிர்வாகச் செயல்முறைகள், சட்ட ஒழுங்கு முறைக் காப்பு முதலிய தேவைகளைப் பெற ஏற்படுத்தப்பட்டவைகளாகும். இவ்வாறு மனிதனின் செயல்களான ஓடுவது, நடப்பது, நிறபது, அமர்வது போன்றவைகள் அவனைக் கலாசார நிலத்தோற்றத்தின் முக்கிய மூலக்கூறாகக் காட்டுகிறது; அவனது அடிப்படைத் தேவைகளை நிறைவு செய்துகொள்ள வேண்டும் என்ற நோக்கமே மேற்கூறிய பல்வேறு செயல்களுக்குத் தூண்டுகோலாகும்.

இவ்வாறு கலாசார நிலத் தோற்றத்தை உண்டாக்கும் பொருள்கள் (objects) அந்தச் சமூகத்திற்கும் சூழ்நிலைக்கும் ஏற்றவாறு, அதன் தன்மை (character), வடிவம் (shape), பருமன் (size), பரவல் (distribution) போன்றவற்றில் மாறுபட்டிருக்கும். கலாச்சார நிலத் தோற்றமானது (cultural landscape, மனிதனின் செயல்முறைக்கும் இயற்கைச் சூழ்நிலைக்கும உள்ள தொடர்பை விவரிக்கும் ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

E. H. ஹேக்கல் (E. H. Haeckel 1834-1919) என்ற ஜெர்மானிய இயற்கை ஆய்வாளரின் (naturalist) கூற்றுப்படி உயிரின வாழ்க்கைச்சூழல் இயல் (Ecology) என்பது, ஓரிடத்தில் வாழும் உயிரினங்களுக்கும், அந்த இடத்தின் சூழ்நிலைக்கும் உள்ள தொடர்புமுறையே என்று கூறுகிறார். எனவே, இது மனிதனுக்கும் சூழ்நிலைக்கும் உள்ள தொடர்பேயாகும். ஒவ்வொரு பகுதியும் அந்த இடத்தின் நிலத்தோற்றம், இருப்பிடம், காலநிலை போன்றவற்றின் கூட்டுச் சூழ்நிலையைக் (composite environment) குறிக்கும். ஆகையால், மனிதனுக்கும் சூழ்நிலைக்கும் உள்ள உறவின் நெருக்கத்தைச் சூழ்நிலையோடு பொருந்தி வாழும் மனிதனின் இயல்பு பலப்படுத்துகிறது.

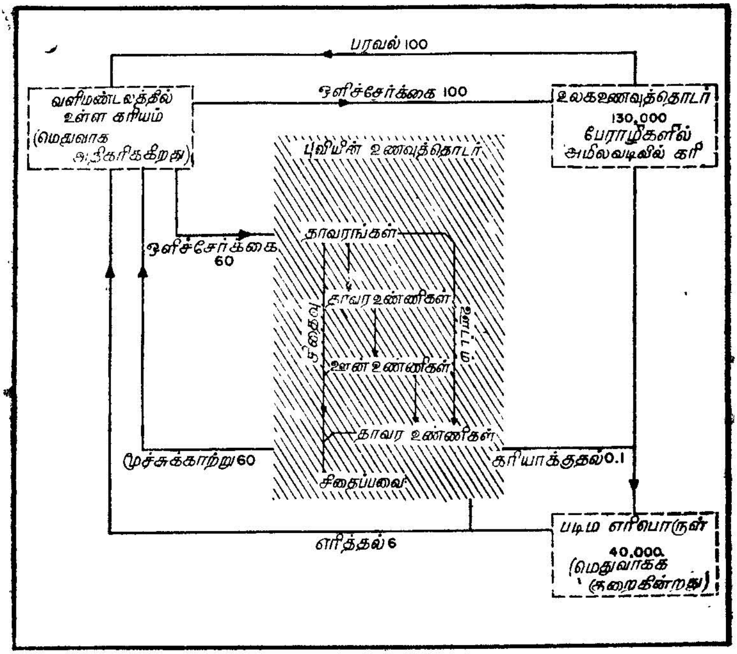
### சூழ்நிலையே உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதி (Environment as an Eco-System)

தாவரங்களும், விலங்கினங்களும், இயற்கைச் சூழ்நிலையோடு சேர்ந்து செயல்படும் முறைக்கு உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதி (Eco-System) என்று பெயர். இந்தத் தொகுப்பு முறை

யானது உயிரினங்களையும் அவற்றின் பௌதீகச் சூழ்நிலையையும் (physical environment) உள்ளடக்கியதாகும். மனிதன், இச் சூழ் நிலைத் தொகுதியின் ஓர் அங்கமாக விளங்குகிறான். தனக்குத் தேவையானவற்றை இந்த சூழ்நிலைத் தொகுதியிலிருந்தே பெறு கின்றான்.

இந்த உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியில் உள்ள ஒவ்வோர் உயிரினமும் தன் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான சக்தியைப் பெற உணவு தேவைப்படுகிறது. உணவு முறையின் அடிப்படையில் உயிரினங்களை, உற்பத்தி செய்பவை (producer), நுகர்பவை (consumer), சிதைப்பவை (decomposer) என மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

கரிய அல்லது கார்பன் சுழற்சியை (carbon cycle) ஓர் உதாரணமாக எடுத்துக் கொள்வோம். மண்டலத்தின் கீழ்ப்பகுதியின் மொத்தப் பரிமாணத்தில் கரியமில வாயுவின் பங்கு (carbon-di-oxide) 0.033 சதவிகிதமாகும். ஆகையால், இப் பகுதியே கரியத்தின் (carbon) முக்கிய மூலமாகும். காலநிலைப் படி, கரியமில வாயுவானது வெப்பத்தைக் கிரகிக்கும் (absorping) போர்வையாக இருந்து பூமிக்கு அருகில் உள்ள காற்றின் வெப்ப நிலையைச் சரி செய்கிறது. உயிரியலின்படி (biologically) கரியமில வாயுவானது தாவரவளர்ச்சிக்கு முக்கியமானது. பசுந் தாவரங்களில் உள்ள பாசிய நிரமிகள் (pigments-cholrophyil) ஒளிச் சேர்க்கையின் (photosynthesis) போது, கரியமில வாயு, நீர் இவற்றைச் சேர்த்து தனக்குத் தேவையான உணவைத் தயாரித்துக் கொள்கிறது. ஒளிச் சேர்க்கையானது ஞாயிற்றின் வெப்பக் கதிர்வீச்சால் (solar radiation) தூண்டப்பட்டுச் செயல் படுகிறது. இவ்வாறு கரியச் சுழற்சியில், பசுந்தாவரங்களை அடிப்படை உற்பத்தி செய்பவைகளாகக் கருதலாம். ஏனெனில், நுகர்வதற்குத் தகுந்த சக்தியை (carbohydrates) வளிமண்டலக் கார்பனிலிருந்தும், சூரிய ஒளியிலிருந்தும் இவைகள் தயாரிக் கின்றன.




படம் 1. 1.
கரிய சுழற்சியும் உலக கரிய சமநிலையும்.

படம் 1·1-ல் உள்ளவாறு கரியச் சுழற்சி முற்றுப் பெற்று வளிமண்டலத்திற்குக் கரியமில வாயு அனுப்பப் படுகிறது. தன்னால் சொந்தமாக உணவைத் தயாரிக்க இயலாதவைகள், மற்ற உயிரினங்களைச் (organism) சார்ந்திருக்கிறது. உதாரணமாக, நிலத் தாவரங்களால் தயாரிக்கப்படும் உணவுகள் விலங்கினங்களால் உட்கொள்ளப்படுவதால் அவைகளை நுகர்வன எனலாம். இவைகளின் செயல்களுக்குத் தாவர உணவுப் பொருள்களில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் சக்தி பயன் படுத்தப்படுகிறது. சிறிதளவு கரியம் விலங்கினங்களின் உடலில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது; ஏனைய பகுதி சுவாசித்தல் மூலமாக கரியமில வாயுவாக வெளியேற்றப்படுகிறது.

நுகர்வன இனத்தை அவை உட்கொள்ளும் உணவு முறையை வைத்து மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம்: தாவரங்களை மட்டுமே உண்ணும் சாகபட்சிணி (herbivores), விலங்கினத்தை மட்டுமே உண்ணும் மாமிச பட்சிணி (carnivores) அல்லது மேற் கூறிய இரண்டையுமே உண்ணும் சர்வ பட்சிணி (ominivores) எனப் பிரிக்கலாம்.

கரியச் சுழற்சியின் இறுதிப் பங்கு பாக்டீரியா, பூஞ்சான் (fungi) போன்ற சிதைப்பனவைகளால் (de-composers) நடத்தப்படுகிறது. இவைகள் இறந்த தாவரங்கள், விலங்கினங்கள் ஆகியவற்றின் திசுக்களில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் கரியத்தைச் சிதைப்பதன்மூலம் பிரித்தெடுக்கிறது. இந்தச் செயல்முறையின் காரணமாகக் கரியம் மீண்டும் வளிமண்டலத்திற்கு அல்லது மண்ணிற்குத் திருப்பி அனுப்பப்படுகிறது.

கரியச் சுழற்சி, உயிரின வாழ்க்கைச்சுழல் தொகுதிக்கு ஒரு எடுத்துக் காட்டாகும். இது உயிரின மூலக்கூறுகளையும் (உற்பத்தி செய்வன, நுகர்வன, சிதைப்பன) உயிரற்ற மூலக் கூறுகளையும் (வளிமண்டலத்தையும், பூமிக்குள் பதிந்து கிடக்கும், படிமத்தில் பொதிந்து கிடக்கும்—எரிபொருள்களில் உள்ள கரியத்தையும்) (carbon stored in fossil fuels) உள்ளடக்கியதாகும்.

**சூழ்நிலை முரண்பாடுகள் (Environmental Contrasts)**

மனிதனுக்குப் பூமி ஒரு வீடாக அமைகிறது; அது மனிதனின் அடிப்படைச் செயல்முறைகளுக்கு முக்கியத்துவமாக அமைகிறது. பொருளாதார வாழ்க்கையை (economic life) அங்குக் கிடைக்கும் நிலவளம் (land resource) பாதிக்கிறது. ஏனெனில் கச்சாப் பொருள்களின் உற்பத்தியானது (raw material production) அந்த நிலத்தின் தன்மையைச் சார்ந்துள்ளதேயாகும். மலைகள், சமநிலங்கள், பீடபூமிகள், குன்றுகள் ஆகியவை முக்கியமான நிலவளப் பிரிவுகளாகும். இவைகளில், மலைப் பகுதிகளில் மனிதன் அதிகமாக வசிப்பதற்கு வாய்ப்பில்லை. மலைப்பகுதிகளில் வாழும் மக்கள் மேய்ச்சல் (grazing), கனிவளங்களைத் தோண்டுதல் (exploitation-mineral), மரம் வெட்டுதல் (lumbering) போன்ற தொழில்களில் ஈடுபட்டுள்ளனர்.

இமயமலை போன்ற சில மலைத்தொடர்களால் தகவல் போக்குவரத்துத் தொடர்புகள் (communications) தடைபடுத்தப்படுகின்றன. இதனுல் இங்கு பொருளாதார நடவடிக்கைகள் அதிகமாகக் காணப்படுவதில்லை. ஆனுல் இந்த மலைகள் குளிர் வாசஸ்தலங்களாகவும் (winter resorts) விளங்குகின்றன. இதற்கு தமிழ்நாட்டில் கொடைக்கானல், ஊட்டி போன்ற இடங்கள் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும். இதே போன்று இமயமலையில் உள்ள டேராடூன் (Dheradun), டார்ஜிலிங் (Darjeeling), நைனிடால் (Nainital), சிம்லா (Simla), காட்மாண்டு (Khatmandu) போன்றவைகளும் முக்கியமானவைகள்; இவை உல்லாசப் பயணிகளை மிகவும் கவர்கின்றன.

மலைகளை ஒப்பு நோக்குகையில் கடல் மட்டத்திலிருந்து 100 மீட்டர் உயரத்திற்குக் கீழ் உள்ள நிலங்களைச் சமநிலம் என்று கருதுகின்றோம். இந்த வகையில் சிந்து கங்கைச் சம வெளிகளும், இந்தியாவின் கடலோரத் தாழ்நிலங்களும் அடங்கும். இந்தப் பிரதேசங்கள் மிகவும் தாழ்வாக இருப்பதால் வாழ்க்கைக்கு மிகவும் ஏதுவாக இருக்கிறது. ஆகையால் இப் பிரதேசங்களில் மக்கள்தொகை அதிகமாக நிறைந்து காணப் படுகிறது. மேலும் மிகுந்த மழையும், வற்றாத ஆறுகளும், வளம் நிறைந்த மண்ணும் இருப்பதால் விவசாயம் சிறப்பாக நடைபெறுகிறது.

கலாசார நிலத் தோற்றத்தின் முரண்பாட்டினை (contrast) ராஜஸ்தானின் வறண்ட பாலைவனத்தையும், நீர் வசதி மிக்க கீழ்க் கங்கைச் சமவெளியையும் நோக்கும்போது தெள்ளத் தெளிவாகத் தோன்றுகிறது. ராஜஸ்தான் நிலப்பகுதியில், கம்பு போன்ற மானாவாரி தானிய வகைகளே பயிரிடப் படுகிறது. ஆனால் கங்கைச் சமவெளியில் வளமான வண்டல் மண்ணும், அதிக மழையுமிருப்பதால், நெல், சணல் (Jute) போன்ற முக்கியமான பயிர்கள் பயிரிடப்படுகின்றன. எனவே மாறுபட்ட நிலஅமைப்பும், கால நிலையும், கலாசார நில அமைப்பில், முரண்பட்ட சூழ்நிலையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவற்றின் முரண்பட்ட சூழ்நிலையை வற்றாத நதிகள் (perennial rivers), வற்றிவிடக் கூடிய நதிகள் (non-perennial rivers மூலமாகவும் அறியலாம். மின்சக்தி, நீர்வழிப் பயணங்கள், நீர்ப்பாசனம், மீன் பிடித்தல், பொழுதுபோக்கு போன்ற நடவடிக்கைகள் மேற்கொள்வதற்கு வற்றாத நதிகள் பயன் படுகின்றன. மாறாக, வற்றிவிடும் நதிகளைப் பயன்படுத்தி மனிதன் மேற்கண்ட கலாசார நிலத்தோற்றங்களைத் தோற்று விப்பதற்கு வாய்ப்புகள் அதிகமாக இல்லை. வளமான பின் நிலங்களைக் (hinterlands) கொண்ட பம்பாய், கல்கத்தா, சென்னை போன்ற கடல் துறைமுகங்கள் (sea ports) நகரவளர்ச்சிக்கு மிகவும் முக்கியமாக உதவிபுரிகின்றன. மாறாக, கங்கைச் சமவெளி போன்ற இடங்களில் உள்ள கிராமங்களில் விவசாயத் தொழில் கள் காணப்படுகின்றன. இதே போன்ற முரண்பாடுகளை தாமோதர் பள்ளத்தாக்கில் நடைபெறும் கனிச் சுரங்கத் தொழில்கள் மூலமும், காஷ்மீரில் நடைபெறும் பழச்சாகுபடி, மற்றும், மேய்த்தல் போன்ற தொழில்கள் மூலமும் நன்கு அறியலாம். இதற்குக் காலநிலையே மிகவும் முக்கியமான காரண மாகும்.

**மனிதனுக்கும் சூழ்நிலைக்கும் உள்ள தொடர்பு (Man and Environmental Relationship)**

பழங்கால கிரேக்கப் (Greek) புவிஇயல் நோக்கத்திலிருந்து, வளர்ந்து வரும் புவிஇயல் கருத்துகளின்படி புவிஇயல் என்பது புவியைப்பற்றி விவரிப்பதாகும். மானிடப் புவிஇயலின் (Human Geography) தற்காலக் கொள்கைப்படி மானிடப் புவியியல் எனப் படுவது தன் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்து கொள்ள மனிதன் இயற்கை அல்லது இயற்கைச் சூழ்நிலையோடு செயல்படும் முறை யைப் படிப்பது என்பதாகும்.

ஒவ்வொரு மனிதக் குழுவும், அல்லது சமூகமும் எப்படித் தத்தம் வாழ்க்கையை இயற்கை நிலைகளுக்கு இணங்கியும், இயற்கை நிலைகளை மாற்றியும் வாழ்கின்றன என்பதைப் படிப்பது சாத்யமாகும். இந்தச் செயல்முறையைப்பற்றிப் படிப்பது 'மானிட உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் இயல்' (Human Ecology) எனப்படுகிறது.

ஒரு வழியில் மனிதன், இயற்கைக்கு ஏற்றவாறு தன்னை மாற்றிக்கொள்கிறான். மற்றொரு வழியில் இயற்கையைத் தன் தேவைகளை நிறைவு செய்யத் தன் வழிக்கு ஆட்படுத்த முயல் கின்றான். பொதுவாக, மனிதன் தன்னை மாற்றிக்கொள்வதை விட இயற்கையை ஆட்படுத்துவதிலேயே அதிகம் செயல் படுகிறான்.

மானிடப் புவிஇயல் (Human Geography) மூலம், மனித னையும், மனித நடவடிக்கைகளை இணைக்கும் உண்மைகளைப் பற்றியும், அவற்றால் மனிதனுக்கு ஏற்படும் மாற்றத்தையும், மனிதனால் அந்தச் சுற்றுப்புறத்திற்கு உண்டாகும் மாறுதல் களையும் பற்றிப் படிப்பதாகும். இவ்வகை மனித நடவடிக்கை கள் கணக்கிலடங்காதவைகளாகும். இவை, பல்வேறு வகை களிலும் மனித நடவடிக்கைகளில் இணைந்து காணப்படு கின்றன.

ஒரு பகுதியில் வாழும் மனிதனுக்கும், அந்த இடத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை அறியவேண்டுமானால், அந்தச் சூழ்நிலையின் ஒவ்வொரு பகுதியையும் நன்கு அறியவேண்டும் ஏனெனில், ஒரு மூலக்கூறில் ஏற்படுத்தப்படும் மாறுபாடு ஒரு சங்கிலித் தொடர் போன்று செயல்முறைகளை உண்டாக்கி, இறுதியில் மற்ற எல்லாவற்றையும் பாதிக்கின்றது.

உதாரணமாகக் காடுகளை அழித்தலின் விளைவுகளை எடுத்துக் கொள்வோம். உலகின் பல பகுதிகளில் காடுகளை வளர்க்காமலேயே (afforestation) தொடர்ந்து மரம் வெட்டுதல் போன்ற செயல்கள் நடைபெறுகிறது. இவ்வகைச் செயல்முறைகளால், ஏற்படும் விளைவுகள் உலகின் எல்லாப் பிரதேசங்களிலும் காணப் படுகிறது. தாவரங்களைப் பாதுகாக்காதபோது, அந்த நிலமானது காற்று, மற்றும் மழையின் பாதிப்பிற்கு ஆளாகின்றது. ஏனெனில், மழைநீர் மிக வேகமாகப் பூமியில் சரிந்து ஓடுகிறது; தாவரங்கள் இல்லாமையால் நீர் மிக விரைவில் நீராவியாக்கப் படுகிறது. இதனால், நீர் நிலத்தில் ஊறிக் கசிந்து அடியில் சென்று நீர்மட்டத்தை (water table) உயர்த்த இயலுவதில்லை. இந்த இடங்களில் ஆழமாக வேரூன்றாத (deep rooted) தாவரங்களைத் தவிர மற்றவைகள் விரைவில் அழிந்துவிடுகின்றன. அத்தோடு அங்கு வாழும் உயிரினங்களும் வேறு இடங்களுக்குச் சென்று விடுகின்றன. நீர் மட்டம் குறையும்பொழுது தொழிற்சாலைகளும், குடியிருப்புக்களும், மற்றத் தேவைகளும் நீர் பற்றாக்குறையினால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இந்த பாதிப்பு நிலை சங்கிலித் தொடர்போன்று அந்தப் பிரதேசம் முழுவதும் பரவுகிறது.

குறிப்பாக, ஒரு சிறிய பகுதியில் மனிதனுக்கு அச் சூழ்நிலையால் ஏற்படும் பாதிப்பை அறிய, அங்குள்ள சூழ்நிலையின் ஒவ்வொரு மூலக்கூறுகளையும் நன்கு அறியவேண்டும். அப்பொழுதுதான் அதன் முழு பாதிப்பையும் நன்கு அறியவும், எதிர்காலத்தில் ஏற்படும் பாதிப்பைப்பற்றி ஓரளவிற்கு ஊகிக்கவும் இயலும்.

மனிதன் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவனாக இருப்பதால், முதலில் அவன் தொழில் முறைகளைப்பற்றியும், மற்றும் பூமியில் எங்கே ? எப்படி ? வாழ்கிறான் என்பதைப்பற்றியும் அறிய வேண்டியது அவசியமாகும். இருந்தபோதிலும் இதைத் தெரிந்துகொள்வதற்கு முன், இயற்கை நிகழ்ச்சிகள் மனிதனை எவ்வகையில் பாதிக்கிறது என்பதைத் தெள்ளத் தெளிய ஆராய்வது மிக முக்கியமாகும். மனிதனை இந்தச் சூழ்நிலைகள் தனியாக பாதிப்பதில்லை; மாறாக, வேறு பல காரணிகளுடன் சேர்ந்து பாதிக்கிறது. கணக்கற்ற அக் காரணிகளை அறிந்துகொள்வது ஒருபுறமிருக்க, அவைகள் என்னென்ன என்று வகைப்படுத்திப் பட்டியல் இடுவதே எளிதன்று.

## பயிற்சி

சுருக்கமாக விடையளிக்கவும் :

1. சூழ்நிலைக் கொள்கையை வரையறு.

2. கலாசார சூழ்நிலை என்றால் என்ன ?

3. 'உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதி' என்ற சொற்றொடரை விளக்குக.

4. கரிய சுழற்சியை விவரி.

5. தாவர உண்ணிகளுக்கும் மற்றும் ஊன் உண்ணிகளுக்கும் உதாரணங்கள் கொடுக்கவும்.

6. முக்கிய நிலவளங்கள் யாவை?

விரிவாக விடையளிக்கவும் :

1. மனிதன் இயற்கைச் சூழ்நிலையைக் கலாசார சூழ்நிலையாக எவ்வாறு மாற்றுகிறான் என்பதை உதாரணங்களுடன் விளக்குக.

2. சூழ்நிலையில் அமைந்த முரண்பாடுகளின் பல்வேறு தன்மைகளை விவரி.

3. மனிதனுக்கும் சூழ்நிலைக்கும்உள்ள உறவினை விளக்குக.

# 2. இயங்காற்றல் மிகு சூழ்நிலை

## (DYNAMIC ENVIRONMENT)

சூழ்நிலைக் கொள்கைபற்றிய விளக்கங்களை முன் பகுதியில் படித்தோம். சூழ்நிலைபற்றி அறிய விழையும் நாம் சூழ்நிலையில் உள்ள உயிரினங்களைத் தவிர்த்து, சூழ்நிலையை மட்டும் அறிவதென்பது இயலாத ஒன்றாகும். ஏனெனில், சூழ்நிலையில் உள்ள உயிரினங்கள் அவை வாழும் சூழ்நிலையுடன் பின்னிப் பிணைந்து விளங்குகின்றன. மனிதனும் அவனது சூழ்நிலையும் இதனுள் அடங்கும். இவ்வாறான உறவினை வினைசார்ந்த உறவு என்று கருதலாம். இத்தகைய உறவானது இன்றியமையாததோடு அல்லாமல் பல்வகைப்பட்ட சிக்கலான அமைப்புகளைக் கொண்டதாகும். இத் தகு வினைசார்ந்த உறவை நாம் நன்கு அறியவேண்டுமானால், எந்தெந்த நோக்குடன் சூழ்நிலையைக் கண்டறிகிறார்கள் என்பதைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். அத்துடன், சூழ்நிலை ஓர் இயங்காற்றல் மிக்கது என்னும் உண்மையையும் விவரிக்கவேண்டும்.

இதன் அடிப்படையில் சூழ்நிலையைக் கீழ்க்காணும் நான்கு பொதுப் பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம்:

1. பௌதீகச் சூழ்நிலை (காலநிலை, புவியமைப்பு, மண்ணின் தன்மை போன்றன)

2. உயிரினச் சூழ்நிலை (தாவரங்களும், விலங்குகளும் இயைந்த பௌதீகச் சூழ்நிலையைச் சார்ந்துள்ளவை)

3. சமுதாயச் சூழ்நிலை (மனிதனும், அவனுடன் ஒத்த மனிதர்களும்) மற்றும்

4. பௌதீக-வேதியியற் சூழ்நிலையின் இணைமை (உள்ளார்ந்த சூழ்நிலை எனலாம்.)

சூழ்நிலையின் மேற்கண்ட காரணிகள் நிலையானவை அல்ல. இந்த அடிப்படையில் சூழ்நிலையின் இயங்காற்றல் தன்மையை மேலும் அறிய முயல்வோம். சான்றாக, ஓரிடத்தின் மழைப் பொழிவால் மண்ணரிப்பு ஊக்குவிக்கப்பட்டு அவ்விடத்தின் நிலத்தோற்றம் மாறுதலுக்கு உள்ளாகிறது. சூழ்நிலைக்கும் அதன் உள்ளடங்கிய உயிரினங்களுக்கும் உள்ள தொடர்பு இவ்வியக்கத்தை இத்துடன் விடுவதில்லை. அங்கே வாழும் தாவரம் மற்றும் விலங்குகளின் வளர்ச்சியையும் வாழ்க்கை முறை களையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. இதுமட்டுமல்லாமல், இன்னும் பல காரணிகளாலும் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன என்பதை யும் கருதவேண்டும். இக் காரணிகளை அவற்றின் செயல், செயல் படும் இடம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் உட்செயல் முறை (internal process), புறச்செயல்முறை (external process) என வகைப்படுத்தலாம். புவியின் மேலோட்டில் ஏற்படும் செங்குத்து அசைவுகளும் (vertical movements), கிடைமட்ட அசைவுகளும் (horizontal movements), உட்செயல்முறையின் விளைவுகளே. (செங்குத்தசைவுகளால் ஏற்படும் எரிமலை வெடிப்புகளும், அதன் காரணமாக அமையும் எரிமலைக் குன்றுகளும், கிடைமட்ட அசைவுகளால் உண்டாகும் புவி அதிர்வும்(earth quakes), ஓதப் பேரலைகளும் (tidal waves), அவைசார்ந்த கடலோரப்பகுதிகளில் ஏற்படும் நில அமிழ்வும் (submergence of land) இவ்வகைச் செயல்முறைகளின் தோன்றல்களே). (மழைவீழ்ச்சி, வெப்பநிலை, பாயும் ஆறுகள், வீசும் காற்றுகள், நகரும் பனியாறுகள், மற்றும் அலைகள் முதலியன புறக் காரணிகளாகும்) இக் காரணிகள் புவி யின் மேற்பரப்பில் நிலத்தோற்ற மாறுபாடுகளையும் அதனால் அவ்விடத்தில் வாழும் உயிரினங்களின் வாழ்க்கை முறைகளை யும் பாதிக்கின்றன. கடலோரப் பகுதிகளின் வன்சரிவுள்ள ஓங்கல்களை (cliffs) கடலலைகள் அரித்துப் பின்தள்ளுகின்றன. அதன் காரணமாக அரிபொருட்கள் குவிக்கப்படுகின்றன; இக் குவியல்கள் நாளடைவில் பல்வேறு வகைப்பட்டகடல்வாழ் உயிரினங்களுக்கும், தாவரங்களுக்கும் உறைவிடமாகிறது.

மேற்கூறிய காரணிகளுடன்கூட, சூழ்நிலையின் பல்வேறு மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே நிகழும் உறவு முறைகளையும் நாம் கண்டறிய வேண்டும். சான்றாக, தமிழ்நாட்டில் உள்ள நீலகிரி மலைத்தொடரிலிருந்து பாய்ந்து கோவை மாவட்டத்தில் காவிரி ஆற்றுடன் இணையும் பவானி ஆற்றுப்பகுதியை எடுத்துக் கொள்வோம். இவ்வாற்றுப் பகுதியில் மழைவீழ்ச்சி அதிகமானால் வெள்ளம் பெருக்கெடுத்துப் பெரும் நில அரிப்பை உண்டாக்கும்.

அரிக்கப்பட்ட நிலப்பகுதி ஆற்றின் அண்மையில் உள்ள வளமிக்க விளைநிலங்களில் படிந்து பயிர்களை அழிக்கும்; நிலத்தையும் பாழாக்கும். இயற்கையின் இச்செய்கை, இதைத் தொடர்ந்து, அங்குக் காணப்படும் தாவரங்கள் விலங்குகளின் வாழ்க்கை முறை மற்றும் மனித வாழ்க்கையையும் பாதிக்கிறது.

இவ்வாறாக, சூழ்நிலையின் பல்வேறு மூலக்கூறுகளான காலநிலை, நிலம், தாவரங்கள் மற்றும் விலங்கினங்களின் வாழ்க்கை இவற்றின் உறவு முறையின் விளைவே சூழ்நிலையின் அமைப்பு என்கிறோம். மேற்கூறிய எடுத்துக்காட்டுகளின் வாயிலாக, இதனால் சூழ்நிலையின் மொத்தத் தொகுதியும் எவ்வாறு பாதிக்கப்படுகிறது என்பதைப் பார்க்கின்றோம்.

**உயிர் வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதி :** ஒவ்வோர் உயிரினமும், பிற உயிரினங்களினின்றும் தனித்து வாழ இயலாது. ஏனெனில், அது சூழ்நிலையையும் அதன் உள்ளடங்கிய பிற உயிரினங்களையும் சார்ந்திருக்கிறது. இவ்வாறாக, தாவரங்களும் விலங்குகளும், அவை வாழும் பௌதீகச் சூழ்நிலையுடன் ஆனவை கொள்ளும் உறவுமுறைகளும், 'உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதி'யாக அமைகிறது. இத் தொகுதி கிட்டத்தட்ட தன்னிறைவு கொண்டதாகும். இந்த உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் இயல் தொகுதியின் பொருளடக்கங்களாவன :

(அ) ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையின் பொருள் மாற்றங்களுக்கும், சக்தி பாய்தலுக்கும் காரணமான இயங்காற்றல், மற்றும்,

(ஆ) பல்வேறு இனங்கள் பொருந்தி வாழ்தலின் மூலம் சூழ்நிலையில் தத்தம் இடத்தைப் பெறுதல்.

**தொகுதிக் கொள்கையும் தொகுதி ஆய்வும் (Concept of System and System Analysis) :** இதுவரை உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் ஒரு தொகுதியாக விளங்குவதை அறிந்தோம். தொகுதி பற்றிய கொள்கை என்ன? அதன் ஆய்வு முறைகளின் முக்கியத்துவம் என்ன ? என்பதை இங்கு அறிவோம்.

அறிவியலில் தொகுதி என்ற சொல்லுக்குத் தனித்த ஒரு பொருளிருந்தாலும், இச் சொல்லே கூட்டுப் பாட நெறியின் அடிப்படையில் (inter disciplinary) ஒரு புதிய பாட நெறியின் (discipline) மையக் கருத்தாக உருவெடுத்துள்ளது. புதிய பாட நெறியைப் பொதுத்தொகுதி கோட்பாடு (General systems theory) என்று அழைப்பர். இருந்தபோதிலும் 'பொருட்களின் கோர்வை

அப் பொருள்களுக்கும் அவைகளின் பண்புகளுக்கும் இடையே யுள்ள உறவு முறைகளும் கொண்டது' தான் ஒரு தொகுதி என்ற பொதுக்கருத்துப் பரவலாகச் சொல்லப்படுகிறது. தாவரங்கள், விலங்குகள், சூழ்நிலை ஆகியவைகளே உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் இயல் தொகுதியில் அடங்கிய பொருட்களாகும். இப் பொருட்களுக்கு இடைப்பட்ட உறவு முறையே இத்தொகுதியை பின்னிப் பிணைக்கிறது. இது எல்லாத் தொகுதிகளிலும் காணப் படுகின்ற இன்றியமையாத ஆக்கக் கூறுகும். தொகுதியை ஆய்தல் மிக்க பயனுடையது. ஏனெனில், தொகுதிகளின் முழுமையையும், அவைகளின் ஆக்கக் கூறுகள் ஒன்றை ஒன்று சார்ந்திருக்கும் தன்மையையும், தொகுதியை ஆய்தல் வலியுறுத்துகிறது. மிகச் சிறு பரப்பு முதல் பெரும்பரப்பு ஈறுன அனைத்து மட்ட ஆய்வுகளுக்கும் தொகுதிக்கொள்கை பயன்படுகிறது. மேலும், 'அணுத்துகள்கள், மற்றும் அணுக்கள், நுண்கூறுகள் (molecules), படிகங்கள், நச்சுக்கிருமிகள், உயிரணுக்கள், உறுப்புகள், மனிதர்கள், தாவரங்கள், விலங்குகள், கூட்டங்கள், சமூகங்கள், மற்றும் கோள்கள், கோள் மண்டலங்கள் (galaxies)' போன்ற அனைத்தினையும் ஆய்ந்தறிய இக்கொள்கையினுல் வழி செய்கிறது.

**உயிர் வாழ்க்கை சூழல் இயல் தொகுதியில், உயிரின மூலக்கூறுகளும், உயிரினம் சாரா மூலக்கூறுகளும் :**

உயிரின மூலக்கூறுகளையும், உயிரினம் சாரா மூலக் கூறுகளையும் விரிவாக அறிந்துகொள்ள சூழ்நிலையை இரண்டு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன :-

(அ) உயிரினச் சூழ்நிலை; (ஆ) உயிரினம் சாராச் சூழ்நிலை.

உயிரினச் சூழ்நிலை, உயிர்க்கோளத்தை உள்ளடக்கியது. கற்கோளம், வளிமண்டலம், நீர்க்கோளம் முதலியன உயிரினம் சாராச் சூழ்நிலையைச் சேரும். இருந்தபோதிலும் இவ்விரு சூழ்நிலைகளையும் தனித்தனியே பிரித்தறிய இயலாது; ஏனெனில், அவைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று வினைசார்ந்த உறவு பூண்டவை. இனிவரும் பகுதியில் உயிர்வாழ்க்கைச் சூழல் இயல் தொகுதியில் அடங்கிய உயிரினம் சாரா ஆக்கக் கூறுகளின் அடிப்படைப் பண்புகளை ஆராய்வோம்.

**உயிரினம் சாரா சூழ்நிலை** :— உயிரினம் சாராச் சூழ்நிலை பொருட்கள் உயிர்வாழ்வன அல்ல. அவைகள் கரிமமற்ற மூலக் கூறுகளையும், கூட்டுகளையும் உள்ளடக்கியன. தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகள் இவற்றின் திசுக்கள் அழிவதால் விளையும் கரியமில வாய்வு, சுண்ணும்பு, உயிர்வாய்வு, கரியகை பொருட்கள், மற்றும்

எரியகை பொருட்கள் போன்ற பல்வேறு மூலக்கூறுகளும், கூட்டு களும் மற்றும் நீரும் இதனுடன் அடங்கும். இவையன்றி ஈரப் பதம், காற்றுகள், நீரோட்டங்கள், ஞாயிற்றின் கதிர்வீசல் போன்ற பௌதிகக் காரணிகளையும் இவற்றுடன் சேர்க்கலாம். எனவே உயிர் வாழ்க்கை சூழலின் உறவு முறைகள் ஏதோ ஒரு வெற்றிடத்தில் உருவாக்கப்படுவதில்லை. மாறாக, பௌதிக-வேதிய சூழலின் உருவாக்கமே.

மேலே குறிப்பிட்ட உயிரினம் சாரா மூலக் கூறுகளான நீர்க் கோளம், கற்கோளம், வளிமண்டலம் ஆகியன ஒவ்வொன்றும் அவைகளுக்கே உரித்தான ஒரு குறிப்பிட்ட தன்மையையும், மாறும் விகிதத்தையும் பெற்றுள்ளன. இத்தகு மாறுபாடுகளை, (அ) நீண்டகால மாறுபாடுகள்; (ஆ) குறுகியகால மாறுபாடுகள் என வகைப்படுத்தலாம். நீண்டகால மாறுபாட்டிற்கு எடுத்துக் காட்டுகளாகக் கற்கோளத்தில் ஏற்பட்டுள்ள கீழ்க்கண்ட மாறு பாடுகள் விளக்குகின்றன. அவை: இமயமலையின் தோற்றமும் வளர்ச்சியும், மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகள், தக்காண பீடபூமி மற்றும் சிந்து, கங்கைச் சமவெளி ஆகியவற்றின் உருவாக்கம். இதைப்போன்றே கற்கோளத்தில் ஏற்படும் குறுகிய கால மாறுபாடுகளைக் கீழ்க் கண்டவாறு விளக்கலாம்: புவியின் சுழற் சியால் இரவும் பகலும் மாறிமாறி ஏற்படுகின்றன. இது ஞாயிற்றின் வெப்பசக்தி பரவலில் வேறுபாட்டை ஏற்படுத்து கிறது. இதனால் இரவில் நிலமானது கதிர்வீச்சால் வெப்பத்தை வெளி விட்டு, குளிர்ந்து, சக்தியை (வெப்ப) இழக்கிறது. மாறாக, ஞாயிற்றின் புவியை வந்தடையும் சராசரி வெப்பசக்தி, அதிகாலையில் தொடங்கி, மதியம் மிகுந்து, மாலையில் குறையத் தொடங்குகிறது. இவ்வாறு மாறி வரும் மாற்றங்கள் பல வகையான பாறைகளைத் தாக்கி, சிதைவுக்கு உட்படுத்துகிறது.

இவ்வாறாகவே வளிமண்டலத்தில் நிகழும் நீண்டகால மாறு பாடுகளை 'மாறும் காலநிலை' என்று வழங்குகிறோம். எடுத்துக் காட்டாக 65 மில்லியன் ஆண்டுகளாகக் குளிர்ந்துகொண் டிருந்த புவியின் காலநிலையானது (climate) கடந்த 2 மிலியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் விரைவில் குளிர்ந்தது. இதன் விளைவாக உலகின் நீர்ப்பகுதி பாதிக்கப்பட்டு பனிக்கட்டியாக முடக்கப்பட்டு, துருவப் பனிப்பரப்பாக வட அமெரி காவின் வடபகுதி மற்றும் யுரேசியா வடபகுதிகளில் பரவி யுள்ளது. காலநிலை குளிரடைந்து நீர்க்கோளத்தின் பெரும் பகுதி பனியாக மாறியதால் கடல்மட்டம் கணிசமான அளவுக்குக் குறைக்கப்பட்டுவிட்டது. சுமாராக 100—125 மீ.மி. வரை கடல் மட்டம் குறைந்துள்ளதெனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இவை

யன்றி, புவிப்பரப்பின் பரந்துபட்ட காலநிலை மண்டலங்களும் தாவரப்பிரதேசங்களும் புவியிடைக்கோட்டை நோக்கி இடப் பெயர்ச்சி அடைந்துள்ளது. வட ஆப்பிரிக்கா வில்உள்ள சகாராப் பாலை தெற்கு நோக்கி 10°—15° வடக்குக் கிடைக்கோடு வரை நகர்ந்திருக்கலாம் என்ற கருத்தே இதற்குச் சான்று. மேலும் பத்தாயிரம் ஆண்டுகட்கு முன்பு காலநிலை மண்டலங்கள் துருவங் களை நோக்கி நகர்ந்ததன் விளைவாகவே பனி அடுக்குகள் மேலும் மேலும் தங்கள் பரப்பில் சுருங்கியிருக்கலாம். இவ்வாறாக இயங்காற்றல் ஏற்படுத்தும் மாற்றங்களை வளிமண்டலத்திலும், நீர்க்கோளத்திலும் எப்பொழுதும் காணலாம். கடந்த இரண் டாயிரம் ஆண்டுகளாகக் காலநிலையில் ஏற்பட்ட மாற்றங்களுக் கான சான்றுகள் கிடைத்துவருகின்றன. மேலும் 18ஆம் நூற் றாண்டின் மத்தியில் வடஉருளத்தில் வெப்ப நிலை மிகக்குறைந்த நிலையை அடைந்து 19ஆம் நூற்றாண்டிலும் இது தொடர்ந்து நிலவிநின்றது. அடுத்து கோடைக்காலத்தில் நாள்தோறும் ஏற்படும் மேகமூட்டங்களின் வாயிலாகக் குறுகியகால மாற்றங் களை உணரலாம். கடல் மட்டம் மாறிவருதலைக் கொண்டு நீர்க்கோளத்தின் நீண்ட கால மாற்றங்களை அறியலாம். குறுகிய கால நீர்க்கோளத்தின் மாற்றங்களை நாள்தோறும் ஏற்படும் ஏறி இறங்கும் ஓதங்கள் உணர்த்துகின்றன.

இதுவரை உயிர்சாராச் சூழ்நிலையின் மூன்று முக்கிய ஆக்கக் கூறுகளில் விளைந்த மாற்றங்களைக் கண்டறிந்தோம். இனி, அச் சூழ்நிலையில் அடங்கிய மூலக்கூறுகளுக்கிடையே ஏற்படும் உறவு களைப்பற்றிக் காண்போம். எடுத்துக்காட்டாக, கதிரவனின் கதிர்வீச்சு வெப்பத்தால் நீர்ப் பரப்பிலிருந்து நீர் ஆவியாகி உயரே செல்கின்றது. மேலே செல்லச் செல்ல குளிரடைந்த நீராவி மேகமூட்டமாகி, பின் மீண்டும் குளிர்ந்து சுருங்கி மழை யாகப் பொழிகிறது. பொழிந்த நீர் நிலத்தில் ஆறாகப் பாய்ந்து கடலைச் சேர்ந்து கடல்நீர் உவர்ப்பைக் குறைக்கிறது. இத்துடன் நிற்காமல் நிலத்திலிருந்து அரித்து அடித்துவரப்பட்ட பொருட்களைப் படிவமாக ஆங்காங்கே படியச் செய்கிறது. இவ்வாறான செயல்முறைகள் பௌதீகச் சூழ்நிலையின் பல்வேறு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே உள்ள உறவுகளை விளக்குகின்றது.

**உயிரினச் சூழ்நிலை**

உயிரினச் சூழ்நிலையானது உயிர்க்கோளத்தை முதன்மை யாகக் கொண்டது. தாவரங்கள், விலங்குகள், நுண்ணுயிர்கள் முதலியன உயிரினச் சூழ்நிலையில் அடங்கும். மேற்கூறிய ஆக்கக் கூறுகள் ஒன்றோடொன்று உறவு பூண்டு உயிர்க்கோளத்தில்

பற்பல மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. முடிவில் உயிரின ஆக்கக்கூறுகளும், உயிரினம்சாரா ஆக்கக்கூறுகளும் ஒன்றோ டொன்று உறவுபூண்டு மாற்றங்களை உண்டாக்குகின்றன. இதன் காரணமாக விளையும் தொகுதியை நாம் முன்னர் விவரித்த உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதி எனலாம்.

இனி, பல்வேறு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே ஏற்படும் சிக்கலான உறவினையும், அதன் காரணமாக விளையும் வினைகளையும் விவரிப்போம். ஆயினும், உறவினையும் மாற்றங்களையும்பற்றிப் படிப்பதற்கு முன்னர் இனஉறவு (kinship) கொள்கைபற்றி அறிந்துகொள்ளுதல் அவசியம்.

**சக்தித் தொடர்பிணைந்த தொகுதி, தாதுக்கள் மற்றும் ஊட்டச்சத்து ஆய்வு(Energy Oriented System, Mineral and Nutrient Analysis)**

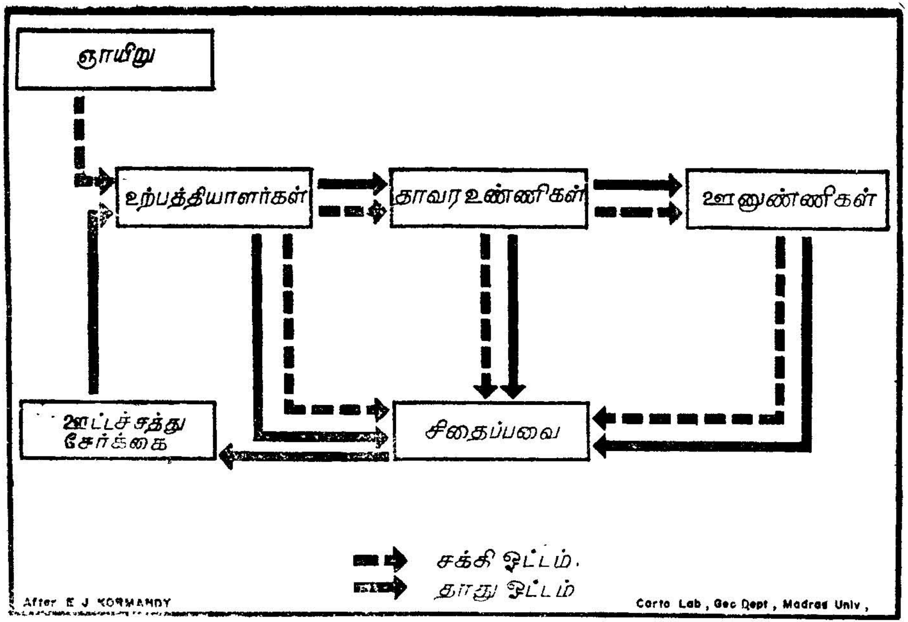
உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் இனஉறவானது, சூழ்நிலைத் தொகுதியில் வலியுறுத்தப்பட்டுள்ளது. இனஉறவு ஆய்வானது சக்தித் தொடர்பிணைந்தது. எந்த ஒரு உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியின் முக்கிய சக்தி மூலமாக விளங்குவது ஞாயிற்றின் ஒளியில் உள்ள ஒளிச்சக்தியே. பயிரினங்கள் சூரிய ஒளியிலிருந்து சக்திபெற்று கரியமிலவாயுவை ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் (photosynthesis) சக்தி மிகுந்த கரிய சேர்மங்களாக மாற்றி தன் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான சக்தியைப் பெறுகின்றது. சூழ் நிலையில் இத்தகைய முக்கிய வினையாற்றும் உயிரிகளை உற்பத்தி யாளர்கள் (producers) என்றழைக்கிறோம். குட்டையில் உள்ள பாசி (algae), பசும் புற்பரப்பு, காடுகளிலுள்ள மரங்கள் ஆகியன இத்தகைய உற்பத்தியாளர்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். இவையன்றி, இறந்த தாவர, விலங்குகளின் பாகங்களைச் சிதைக் கும் பாக்டீரியாக்கள் (chemosynthetic bacterias) போன்ற உற்பத்தியாளர்கள் உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியின் சக்தி உறவில் சிறு பங்கு வகிக்கின்றது. இவற்றால் சிதைக்கப்பட்ட பொருட்களிடமிருந்து தங்களுக்கு வேண்டிய தாதுச் சத்துகளைப் பெற்று தம் வளர்ச்சியையும், வளர்சிதைமாற்றத்தையும் உற்பத்தியாளர்கள் ஊக்குவித்துக் கொள்கின்றன. இவ்வகையில் பார்ப்போமானால் நாம் இரு வகையான உயிரிகளைப் பெற்றுள் ளோம். அவை : *(1)* சுய உணவிகள்—தாமே உணவை தயாரிக்க வல்லவை (autotrophic). *(2)* பிற உணவிகள்—தம் உணவைப் பிற உயிரிகளை உண்பதால் பெறுவன (heterotrophic).

தாமே உணவைத் தயாரிக்கவல்ல உற்பத்தியாளர்களை உண்ணும் உயிரிகளை, முதனிலை நுகர்வோர் எனக்கருதலாம்.

இம் முதனிலை நுகர்வோரை உண்ணும் உயிரிகள், இரண்டாம் நிலை நுகர்வோராகும். புல் பூண்டுகளை உண்ணும் தாவர உண்ணிகளே முதனிலை நுகர்வோர் எனலாம். தாவர உண்ணிகளை உண்ணும் உயிரினங்கள் இரண்டாம் நிலை நுகர்வோர் அல்லது ஊன் உண்ணிகளாகும். ஆனால் நாம் இயற்கையில் ஊன் உண்ணிகளை உண்ணும், ஊன் உண்ணிகளைக் காண்கிறோம். சான்றாக, லாப்லாந்து (Lapland), பிரதேசத்தில் காணப்படும் உணவுத் தொடரைக் (food chain) கருதுவோம். இங்குள்ள மாஸ் எனப்படும் (moss) தாவரஇனம் ஒளிச்சேர்க்கைமூலம் கரியத்தை கரியகைப் பொருட்களாக மாற்றி சக்திக்கு மூலமான உணவைப் பெறுகின்றது. இவைகள் முதல்நிலை உற்பத்தியாளர்களாகும். அங்குள்ள ரெயின்டீர் (raindeer) இப்பாசியை உண்டு உணவைப் பெறுகிறது; அவற்றை வேட்டையாடி மனிதன் தன் உணவைப் பெறுகின்றான். இவ்வுணவுத் தொடர்பு, உயிரினச் சூழ்நிலையில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தும் மூலக்கூறுகளிடையே உள்ள உறவு முறைக்குத் தகுந்த சான்றாகும். உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியில் உள்ள இவ்வுணவுத் தொடர், சக்தி ஓட்டத்தினை ஒன்றியுள்ளது. ஏனெனில், உணவே சக்திக்குப் பிறப்பிடம்; சக்திஓட்டம் என்று கூறலாம். சக்திஓட்டமானது ஒரு போக்குத் தன்மையுடையது; சுழற்சியற்றது (noncycle) என்று கூறலாம். இவ்வொருபோக்கு சக்தி ஓட்டம் உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியின் முக்கியத் தத்துவமாக விளங்குகிறது.

உயிரற்று விழும், தாவர விலங்குகளின் பாகங்களை அக்கு வேறு ஆணிவேறாகப் பிரிக்கும் தானே உணவைத் தயாரிக்க இயலாத சிதைப்பன (decomposers) சூழ்நிலைத் தொகுதியில் பெரும் பணியாற்றுகின்றன. பாக்டீரியா, பூஞ்சைகள் (fuing) ஆகியன இவற்றைச் சாரும். இவை உயிர்ப்பொருளில் (protoplasm) உள்ள சத்துக்களை உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியில்உள்ள உற்பத்தியாளர்கள் உபயோகிக்கும்வண்ணம் தாதுக்காளக மாற்றிக் கொடுக்கின்றன. எனவே, உயிரற்ற பொருட்கள் சிதைவுறுதலால் உணவுப் பொருள்கள் பறிமாற்றப்படுவதை ஊட்டச் சத்துச் சுழற்சி எனலாம்.

படம் 2.1ல் லிருந்து சக்தி ஓட்டம் சுழற்சியற்ற தன்மையையும், ஊட்டச்சத்துப் பரிமாற்றம் சுழற்சி தன்மையும் பெற்றுள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. இவ்வாறு உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் செய்முறைகளால் சக்தி ஓட்டம், தாதுப்பரிமாற்றச்சுழற்சி ஆகிய இரு செயல்முறைகளை அறிந்தோம். இவ்வாறான இரு செயல்முறைகள் சூழலில் பௌதீக-வேதியியலை ஒன்றியும்




படம் 2.1 உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியில் சக்தி மற்றும் தாது ஓட்டத்தின் எளிய மாதிரிப்படம்

'சக்தி ஓட்டம்' சுழற்சியற்ற தன்மையை விளக்குகிறது. 'தாது ஓட்டம்' ஊட்டச் சத்து பரிமாற்றத்தின் சுழற்சித்தன்மையைக் காட்டுகிறது.

உயிரினத் தொகுப்பினைச் சார்ந்தும் இருக்கின்றன. மேலும் அவைகள் உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்குத் தலையாய காரணமாக அமைந்துள்ளன.

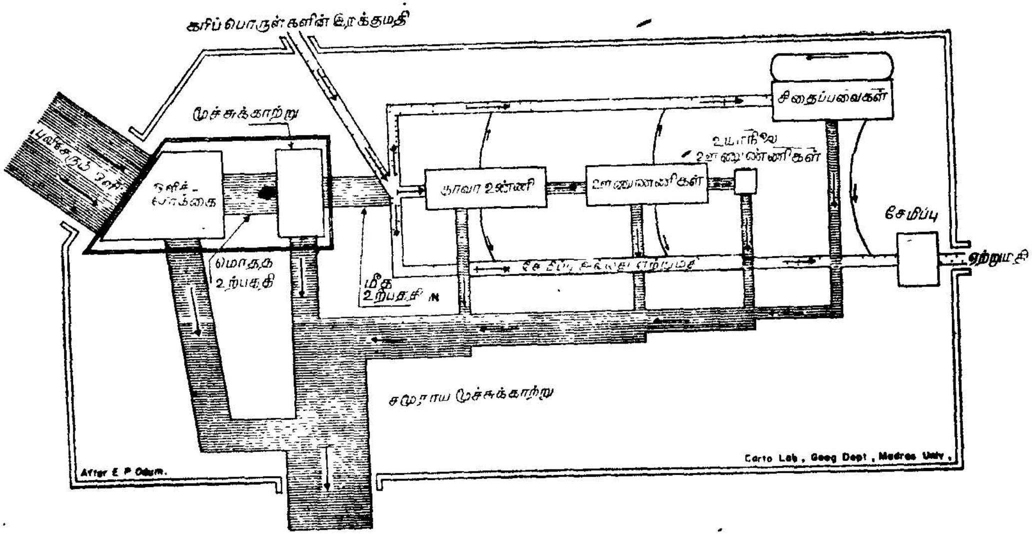
**சக்தி ஓட்டம்—ஒரு பொது மாதிரி (Energy flow-generalized model) :** உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியில் நடக்கும் சக்தி ஓட்டத்தின் முக்கியத்துவத்தை அறிந்தோம். இச்சக்தி ஓட்டம் தொகுதிகளின் இடையே மாறுபடுகின்றது. இம் மாறுபாடு தொகுதிகளின் சக்தி பெறப்படும் பொருட்கள், சக்தி பரிமாற்றம் ஆகியவற்றின் வேறுபாடுகளால் தெளிவாகிறது.

படம் 2.2ல் (1) உள்ளே கொண்டுவரப்பட்ட உயிருள்ள மற்றும் இறந்துபட்ட கரிமப்பொருட்கள் (2) ஒளிச் சேர்க்கை ஆகிய முதனிலை மூலகங்களிடமிருந்து சம அளவு சக்தி பாய்வதாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. மேலும் சக்தி ஓட்டத் தொடரில் இவ்வொவ்வொன்றின் பங்கும் சம அளவே இருக்கும் எனவும் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது.

ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியின் சக்தி ஓட்டத்தைப் படமாகத் தயாரித்தல் மிகச் சிரமமானது. ஏனெனில் அதற்குத் தேவையான பலவகை தகவல்களைச் சேர்ப்பது எளிதன்று. மேலும் நாம் ஒரே சமயத்தில் பலவகையான மாறிகளை (variables) அறிந்து, தேர்ந்து பயன்படுத்துவது கடினமான செயலாகும். சான்றாக, இளமையான தாவரங்கள் முதிர்ந்த தாவரங்களைவிட அதிக அளவில் ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்த்துகின்றது. மேலும் இள உயிரிகளின் உடலில் முதிர்ந்த உயிரிகளைவிட வேகமாக வளர்சிதைமாற்றம் நடைபெறுகிறது. இவையன்றி மாற்றத்துக்கு வித்தாகவுள்ள சூரிய ஒளியின் வெப்பசக்தி பெறும் அளவு பருவத்துக்குப் பருவம் மாறுபடுகின்றது. தொகுதிகளின் இத்தகைய இயக்கங்கள் சோதனைச் சாலைகளில் கவனமாக ஆயப்பட்டு அறியப்பட்டு வருகின்றன. இதன்மூலம் உயிரின வாழ்க்கைச் சூழலின் மொத்தத்திறன் அளக்கப்பட்டு சக்தி ஓட்டம் ஒரு உணவு ஊட்டநிலை (trophic level) யிலிருந்து மறுஊட்ட நிலைக்கு பறிமாற்றம் செய்வதை மாதிரி மூலம் விளக்கப்படுகிறது. சக்தி ஓட்டமாற்றம் பற்றிய கருத்தினை உணவுத் தொடர் கொள்கையை (concept of food chain) புரிந்து கொள்ளுதல் மூலம் நாம் அறியலாம்.

**உணவுத் தொடர்**

விலங்குகள் தாவரங்களை உண்பதன் மூலமும், பிற விலங்குகளை உண்பதன் மூலமும் தமக்கு வேண்டிய உணவைப் பெறு




படம் 2·2
சக்தி ஓட்டத்தின் பொது மாதிரிப் படம்

கின்றன என்பது உண்மை. இத்தகைய தொடர்பே உணவுத் தொடருக்கு அடிப்படையாகும். இத் தொடர்பை விளக்க டியுனு (tuna) என்னும் கடல்மீனை எடுத்துக்கொள்வோம். கடலில் மிதக்கும் தாவர பிளாங்டன்களை அங்குள்ள லார்வாக்களும், கூன்மீன்களும் (shrimps) உண்கின்றன. இவற்றை டியூனு மீன் உண்கிறது. இம்மீன்களை மனிதன் பிடித்துத் தன் உணவாக்கிக் கொள்கிருன். ஒரு கலோரி (calorie unit) சக்தியைப் பெற, பிற மீன்களைக் கொன்றுவாழும் கொடிய மீன் சுரு போன்ற உயிரிகள்) 5 முதல் 10 கலோரிக்கு ஒப்பான பிற உயிரிகளை உண்ண வேண்டும். உணவுத் தொடர்பில் உள்ள இவ் வேறுபாடு உணவு மாற்ற விகிதம் (food conversion ratio) என்றழைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு பார்ப்போமானுல் மனிதன் ஒரு டியூனு மீனை உண்பது 5000 அலகுகளின் தாவர பிளாங்டன்களுக்குச் (phyto planktons) சமம். இந்த உணவுத் தொடரை உணவுக் கோபுரம் (food pyramid) வாயிலாக விளக்கலாம். இவ்வகைப் பிரமீட்டில் உள்ள ஒவ்வொரு அடுக்கும் உணவூட்டநிலை (trophic level) எனப்படும்.

இப்பிரமீட்டைக் கீழிருந்து ஆராய்வோம். திசுக்களில் சக்தியைக் கொண்டிருக்கும் பசுந்தாவரங்கள் பிரமீட்டின் கீழ்ப் பக்கத்தில் இடம் வகிக்கின்றது. அடுத்து, பசுந்தாவரங்களை உண்ணும் தாவர உண்ணிகளும் (herbivores), இதற்கடுத்த மேல் நிலையில் தாவர உண்ணிகளை உண்ணும் ஊன் உண்ணிகளும் இடம் வகிக்கின்றன. அடுத்த நான்காம் நிலை, புலாலுண்ணிகளையும் மற்றக் கீழ்நிலைகளையும் குறிக்கின்றது. இறுதியில் உணவுத்தொடரின் எல்லா இறந்துபட்ட உயிரிகளையும் அழிக்கும் சிதைப்பன (decomposers) இடம் வகிக்கின்றது.

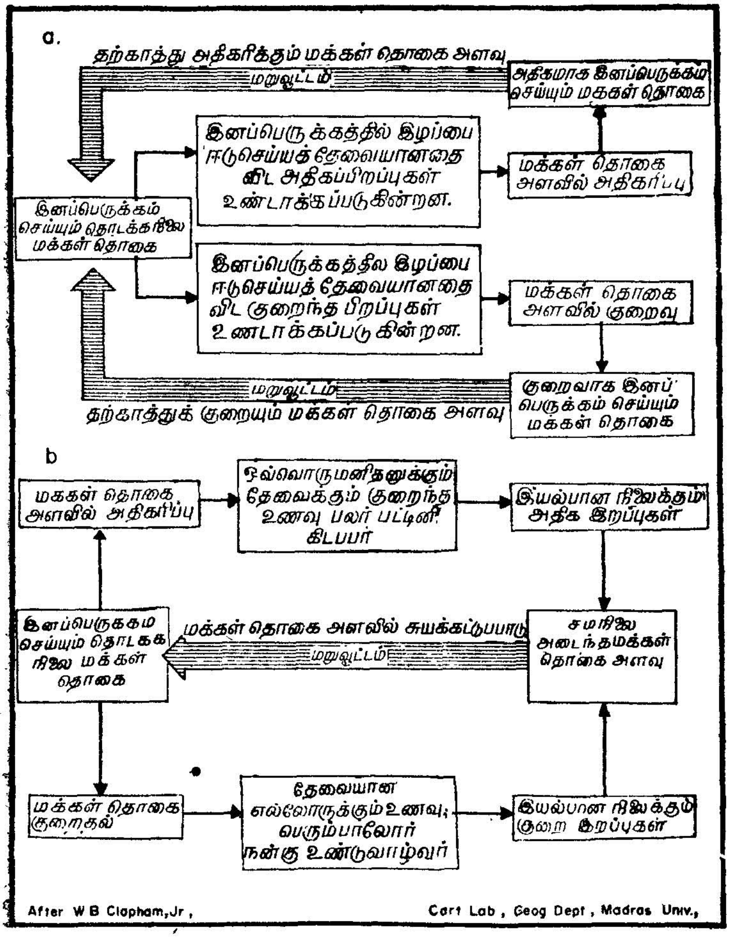
புவிப்பரப்பில் உள்ள உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை மாறுதல்களையும், மேற்கண்டவாறு உணவுக் கோபுரம்மூலம் எடுத்துக் காட்டலாம். இக் கோபுரத்தின் கீழ்நிலையில் சுய உணவிகள் இடம் வகிக்கின்றன. இதற்கடுத்த மேல்நிலையில் கீழ்நிலையில் உள்ள உயிரினங்களை உண்டு வாழும் முதனிலை நுகர்வோர்கள் கூட்டம் இடம் பெற்றுள்ளது. இவை உணவிற்குக் கீழ்நிலையிலுள்ள உற்பத்தியாளர்களைச் சார்ந்து இருப்பதால் இவற்றின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பது இயற்கையே. இதற்கும் மேல் உள்ள நிலையில் மேற்சொன்ன முதல்நிலை நுகர்வோரை உண்டு வாழும் இரண்டாம் நிலை நுகர்வோர் கூட்டம் இடம்வகிக்கின்றது. இவை மேற்கூறியபடி உணவிற்கு அதற்குக் கீழ்நிலையில் உள்ளனவற்றைச் சார்ந்திருப்பதால் எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பது இயல்பே. இவ்வாறு உணவுக்கோபுரத்தின் உயரே

செல்லச்செல்ல உயிரினக் கூட்டத்தின் எண்ணிக்கை குறைந்து கொண்டே வருவதைக் காணலாம். மனிதனை உணவுக் கோபுரத்தின் மேல்நிலையில் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். உலகில் உயிரிகளின் பரவல்களைக் கவனித்தோமானால் அவைகளும் மேற்கண்ட ''கோபுரப் பண்பைப்'' பெற்றிருப்பதைக் காண லாம். சான்றாக, சிறிய உயிரிகளான பயிர்கொல்லிகள், புழுக்கள், பூச்சிகள் ஆகியன தம்மவற்றின் உணவுக்காதாரமாகவுள்ள சிறு சிறு தயாரிப்பாளர்களைச் சூழ்ந்து, புவிப்பரப்பில் சிறுபகுதியையே தத்தம் வாழ்க்கைக்கு ஆதாரமாகக் கொண்டுள்ளன. இவற்றை விட உருவத்தில் பெரிதான அணில் முதலானவை தம் உணவுக்காக முன் சொன்னதிலும் சற்றே பெரிதான பகுதியைச் சார்ந்திருக்கின்றன. ஆனால், இவற்றை விட உருவத்தில் பெரிதான யானை, புலி முதலியவை தம் இரைக்கு நீண்ட தொலைவுக்குச் செல்வதால் முன்னதைவிட மிகப்பரந்த பகுதி களைச் சார்ந்துள்ளன. இங்கும்கூட மனிதனே உணவுக் கோபு ரத்தின் மேல் நிலையில் நிற்கிறான். ஏனெனில், அவனால் உலகின் எல்லாப் பகுதிகளிலிருந்தும் தேவையான உணவைத் திரட்ட இயலும்.

**உயிர்ச் சூழ்நிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்**

உயிரினவாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியில் உள்ள பல உறவு முறைகளை இதுவரையில் கண்டோம். இதில் எவ்வாறு மாற்றங் கள் உண்டாகின்றன என்பதை உதாரணங்களுடன் இனிக் காண்போம். கடலில் உள்ள பவளத்திட்டுக்களைச் சான்றாகக் கொள்வோம். இவைகள் கடல்வாழ் நுண்ணிய உயிரிகள் (பிராணிகள்) ஆகும். இவைகள் முருகைப்பார்களாக, ஆழமற்ற வெப்பமண்டல கடல் பகுதிகளில் கூட்டங் கூட்டமாகக் காணப் படுகின்றன. இவைகளின் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளை நமது தமிழ் நாட்டின் இராமநாதபுரக் கடலோரப் பகுதிகளிலும், இராமேஸ்வரம் தீவிலும் காணலாம். இந் நுண்ணிய உயிரிகள் வெளியேற்றும் சுண்ணும்புக்கரியகைப் பொருட்கள்தான் பவளத் திட்டுகளாக உருவெடுக்கின்றன. இவைகளின் வளர்ச்சிக்குமிகுந்த சூரிய ஒளி தேவையானதாகும். எனவே, ஞாயிற்றின் ஒளிமிகுந்த ஆழமற்றகடற்பகுதிகளில் முருகைப்பார்களின் வளர்ச்சி மிகுந்து காணப்படுகிறது. முருகைகள் வளர்ந்து திட்டுகளாக உருவெடுப் பதால் இக்கடல் பகுதிகளின் ஆழம்மேலும் குறைகின்றது. இதன் விளைவாகச் சூரிய ஒளி மேலும் மிகுவதால் வளர்ச்சியும் மேலும் அதிகமாகிறது. இத்தகைய உறவினை இணக்க மறுஊட்டம் (positive feedback) என்கிறோம். இது உயிரினச் சூழ்நிலையில்

ஏற்படும் மாற்றங்களைக் காண்பிக்கின்றது. ஆனால், முருகைகள் கடல்மட்டத்திற்கு மேல் வளரும்போது, கடலலைகளால் தாக்கப் படுவதால் அவைகளின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுகிறது. இத் தகைய வளர்ச்சி பாதிப்பை எதிர் மறுஊட்டம் (Negative feed




படம் 2.3. மறு ஊட்டத் தொகுதி
a. இணக்க மறு ஊட்டங்கள், b. எதிர் மறு ஊட்டங்கள்

back) எனலாம். இது போன்ற எடுத்துக்காட்டுகளை விலங்கினங் களின் வாழ்க்கைச் சூழ்நிலையிலும் காணலாம். படம் 2-3, தொகுதியில் ஏற்படும் மறுஊட்டம் பற்றிய பல்வேறு பகுதிகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்ள உதவும்.

மறு ஊட்டம் (feedback) என்பது உயிரினக் கூட்டம் உற்பத்தியாவதிலிருந்து துவங்குகிறது என்பதை இதன்மூலம் அறியலாம். உயிரினத்தொகுதியில் ஏற்படும் இணக்க மறு ஊட்டம் (positive feedback) உயிரினங்களின் அபரிதமான வளர்ச்சிக்கோ அல்லது வளர்ச்சி குறைவிற்கோ அடிகோலி சூழ்நிலைத்தொகுதியைச் சமநிலையற்றதாக்குகிறது.

இரண்டாவது படம் உயிரினக் கூட்டம் பெருகப் பெருக உணவு உற்பத்தியும் அதிகரிப்பதால் சூழ்நிலைத் தொகுதி சமநிலையில் வைக்கப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. இந்தக் கொள்கையினைக் கீழ்வரும் முறையினால் நன்கு விளக்கலாம். இது எவ்வாறு இனங்களுக்கிடையே அமைந்திருக்கும் உறவுமுறை, ஒரு சங்கிலித் தொடர் விளைவினை ஏற்படுத்துகின்றது என்பதை விளக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, பூனை எலியைப் பிடித்துத் தின்கிறது. எலி தேன்கூட்டைத் தாக்குகிறது. தேனீக்கள் மலர்களில் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற ஏதுவாகச் செயல்படுகிறது; மலர்களின் தேனைச் சேகரிக்கிறது. எனவே, சூழலில் உள்ள மலர்களும் தேனின் விலையும் ஒருவாறு பூனையைச் சார்ந்துள்ளது எனலாம். இவ்வாறு சூழலின் ஒரு பகுதியில் ஏற்படுகின்ற இயக்கம் மறுபகுதியில் வேறுவிதமாக எதிரொலிக்கப்படுகின்றன என்பதைக் காண்கிறோம். இது தொகுதியைச் சிறிய அல்லது பெரிய அளவிலோ, நன்மையோ அல்லது தீமையோ பயக்க வல்லது. பலதரப்பட்ட இனங்களின் உறவுமுறை உயிரின வாழ்க்கைச் சூழலின் தொகுதிகளை நிலைநிறுத்துகிறது.

காட்டெருமை, காட்டுமான், மரைபோன்ற மேய்வனவற்றை நோக்கினால் அவைகள் எவ்வாறு ஒரு பிரதேசத்தின் உயிரின வாழ்க்கைச் சூழலின் சமநிலைக்குக் காரணமாக உள்ளன என்பது விளங்கும். மரைகள் (moose) சிறு செடிகளையும், புதர்களையும் மேய்கின்றன. இதனால் புதர்கள் பாதிக்கப்பட்டுப் புற்கள் வளர ஏதுவாகிறது. புற்கள் காட்டெருமைகளால் மேயப்படுகின்றன. காட்டு மான்கள் இலை தழைகளையோ, புற்களையோ உண்டு உயிர்வாழ்கின்றன. இவ்வாறாக மேய்ந்து வாழும் இனங்களும், தாவர இனங்களை பாதித்து சமநிலையில் மாறுபாடின்மையை நிலைநிறுத்துகிறது.

சில தாவர இனங்கள் மாறும் வானிலைக்கேற்பத் தம்மை அமைத்துக் கொள்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, பிரெய்ரி பிரதேசத்தில் காணப்படும் நிரந்தரப் புல்வெளிகளையும் ஒரு ஆண்டே உயிர் வாழும் புல்வெளிகளையும் எடுத்துக்

கொள்வோம். ஓர் ஆண்டே உயிர்வாழும் புற்கள் குட்டை யான மேலோட்டமாகப் பரந்துபட்ட வேர்களைக் கொண்டது ஆனால், நிரந்தரப்புற்கள் ஆழமான வேர்களை உடையவைகள். வறண்ட காலங்களில் நிலத்தடி நீர் ஆழத்தில் காணப்படுவதால். நிரந்தரப் புற்கள் நீரைப் பெற்று உயிர் வாழ இயலும். இதன் மூலம் வறண்ட கோடைகாலத்தில் வீசும் காற்றினுல் விளையும் மண்ணரிப்பைத் தடுக்கிறது. மழைமிகு காலங்களில், ஓராண்டே வாழ்வன மிக விரைந்து முளைத்து, அதன் பரந்துபட்ட வேர் களால், மண்ணரிப்பைத் தடுக்கிறது. இது உயிரினச் சூழ்நிலையின் மாறுபடும் பண்பை விளக்குகிறது. சூழ்நிலையில் காணப்படும் இத்தகு இயங்காற்றல் மிக்க மாற்றங்கள் உயிரினம் மற்ற உயிரினம்சாராச் சூழ்நிலையின் எல்லா நிலைகளிலும் ஏற்படு கின்றன.

## உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியின் தன்மைகள்

சக்தி ஓட்டம், ஊட்டச் சத்து சுழற்றி, இனக்கூட்டத்தின் சுயக் கட்டுப்பாடு ஆகியன உயிரினவாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியின் முக்கிய தன்மைகளாகும். இவை ஒவ்வொன்றும் தனித்து ஏற் படுவதில்லை. மாறுக இனக் கூட்டங்களின் பலவகைப் பிரிவுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் ஒன்றுகூடி, ஒரு குறிப்பிட்ட பௌதீக- வேதியியற் சூழ்நிலை தொகுதியில் காரணிகளும் ஒன்றிணைந்த கட்டுக்கோப்பில் இவ்வினைகள் நிகழ்கின்றன.

## உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதிகளின் வேறுபாடுகள்

புவிப்பரப்பின் சூழ்நிலையில் உள்ள உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதிகள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபடுகின்றனவா? ஆம், அவை உருவம், இருப்பிடம், காலநிலை அமைப்பு, தாவர விலங்குகளின் வகை ஆகியவற்றைச்சார்ந்து ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொன்றிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. சான்ருக, மேற்கு மலைத்தொடரில் உள்ள நீர் பிரிமேடு (water shed), ராஜாஸ்தானில் உள்ள தார் பாலை வனம், இமயமலையில் உள்ள மானசரோவர் ஏரி ஆகியன ஒவ்வொன்றும் வேறுபட்ட தனித்தனி உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதிகளைச் சார்ந்தவையாகும். இருப்பினும் இவைகள் அனைத்தும் உணவுத்தொடர், சக்தி ஓட்டம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையவைகளே. காரணம், இவ்வனைத்துத் தொகுதிகளிலும் சூரிய ஒளியின் வெப்பசக்தியினுல் சூழ்நிலைகளில்உள்ள வேதியியல் மூலக்கூறுகளைக் கூட்டுப் பொருளாக்கும் செயல்முறை நடைபெறுகிறது.

மேலும், இக்கூட்டுப் பொருட்கள் தாவர உண்ணிகள், புலால் உண்ணிகள், சிதைப்பன ஆகியவற்றின் வாயிலாகப் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. இவ்விரு செயல்முறைகளும் எல்லா உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதிகளுக்கும்பொதுவானதாகவும், அடிப் படையானதாகவும் இருக்கின்றன. இவ்வாறாக உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதிகளின் பரவல் வேறுபட்டிருப்பினும் ஒன்றுக்கொன்று உள்தொடர்புடையவைகளே.

**புவியின் முக்கிய உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதிகள்**

புவியின் முக்கிய உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதிகளாவன: (1) பேராழித் தொகுதி, (2) முகத்துவாரத் தொகுதி, (3) நன்னீர்த் தொகுதி, (4) நிலத் தொகுதி ஆகியனவாகும்.

**பேராழித் தொகுதி :** இத்தொகுதி வேறுபட்ட பல உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதிகள் ஒன்றிப் பிணைந்த அமைப்பே. இதில் சூரிய ஒளி ஊடுருவிப் பாயும் வரை உள்ள பகுதி, ஒளியூட்டப்பட்ட பகுதி அல்லது ஒளி நீர்பகுதி (euphotic zone) எனப்படுகிறது. இம் மண்டலத்தில் நடக்கும் ஒளிச்சேர்க்கை வீதம் இடத்திற்கு இடம் மாறுபடுகிறது. சான்றாக, இம் மண்டலத்தின் ஆழம் நடுக்கடலில் அதிகமாக இருந்தபோதிலும் தாவர உணவுச்சத்துக்களின் திரட்சி குறைவாக இருப்பதால் ஒளிச்சேர்க்கை குறைந்த வீதத்திலேயே நடைபெறுகிறது. கடற்கரைப் பகுதிகளில் பல இனங்களாக அதிகமாகக் காணப் படும் கடற்பாசிகள் அவ்விடத்தின் மொத்த உயிரின உற்பத்தியில் பெரும் பங்கிற்குக் காரணமாகிறது.

**முகத்துவாரத் தொகுதி :** இத் தொகுதியிலுள்ள உறவு முறை கள் கடல் நீரில் உள்ளதைப் போன்றதே. ஆனால், இதில் உணவூட்ட நிலைகள் (trophic levels) கடல் நீரைவிட குறை வாகவே உள்ளது. இத்தொகுதி மண்ணிலிருந்து கரைத்துவரப் பட்ட உணவுச் சத்துக்களைப் பெற்று ஊட்டச்சத்து மிகுந்து காணப்படுகிறது.

**நன்னீர்த் தொகுதி :** குளம், குட்டை, ஏரி, நீரூற்றுகள், ஓடைகள் மற்றும் ஆறுகள் ஆகிய எல்லாவற்றிலும் அவைகளுக்கே உரித்தான தனித்தன்மை வாய்ந்த உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன.

**நிலத் தொகுதி :** பொதுவாக இத்தொகுதி தாவரக் கூட்டங்கள் (biomes) எனப்படும். இத்தொகுதி சூழ்நிலை, உயிரினக் கூட்டங்கள், பரிணமைக் காரணிகள் முதலியவைகள் உறவு

பூணுவதால் இணைந்து அமைகின்றது. மழைப்பொழிவு, சராசரி வெப்பநிலை, பருவங்களின் மாறும் வெப்பநிலைகள், உயரம், மண்ணின் தன்மைகள் ஆகியன இத்தொகுதியில் அதிக ஈடுபாடு கொண்டுள்ளது. மேற்சொன்ன காரணக்கூறுகளின் குறிப்பிட்ட கூட்டமைப்பால் சூழ்நிலையில் நாம் பிரெய்ரிப் புல்வெளிகளையும், பாலை நிலங்களையும், மலைப் பகுதிகளையும், (இமயமலை, ஆன்டீஸ் மலை போன்றவை), துந்திரப்பிரதேசம் போன்ற வேறுபட்ட தொகுதிகளைக் காண்கிறோம்.

**இயற்கையின் தொடர் மாற்றங்கள் (Natural Successio0)**

புவிச் சூழ்நிலையில் உள்ள ஒவ்வொரு உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியும் தனித்தனியே காலம் செல்லச் செல்ல தொடர்ந்து படிப்படியாக மாற்றமடைந்து செல்கிறது. ஒவ்வொரு உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதியிலும் ஏற்படுகின்ற இம்மாற்றம் ஒரு குறிப்பிட்ட காலகட்டத்தில் மாறாத உச்சநிலையை (climax) அடைகிறது. உச்சநிலையை அடைதல் என்னும் இச் சொல் அத் தொகுதியைச் சார்ந்துள்ள பௌதீகச் சூழ்நிலையை பொறுத்துள்ளது. இத்தகைய தொடர் மாற்றங்கள் (succession) நடந்துகொண்டிருக்கும்போது ஆங்கு வாழும் உயிரினக் கூட்டத்தில் மட்டும் மாற்றங்கள் உண்டாவதில்லை. மாறாக, அவற்றுள்ளடங்கிய உணவூட்ட நிலைகளில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. ஒவ்வொரு தொகுதியின் உச்சநிலையே இயற்கையின் இளமை மாறாத எழில்வண்ணக் கோலத்திற்குக் காரணம். இதனாலேயே பசுமைமாறாக் காடுகளையும் இயற்கையின் பல நிலைகளின் அழகிய காட்சிகளைக் கொண்ட கங்கைச் சமவெளியையும் காண்கிறோம்.

தொடர்மாற்றங்களை நன்கு விளக்க தாவர உச்சநிலையை ஓர் எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். சூழ்நிலையின் இயற்கைச் செயல்முறைக்கும் மற்ற பல தாவர இனங்களின் வளர்ச்சிக்கும் இடையே ஏற்படும் சரியான சமநிலையைக் கொண்டு இப் பகுதி தாவர உச்சநிலையை அடைந்துள்ளது என்று கருதுகிறோம். ஆனால், இத் தகு உச்ச நிலையை அடையும் முன்பே, அல்லது பல்வேறு தாவர இனங்கள் சரியான வளர்ச்சி அடைவதற்கு முன்பே மனிதன் தலையிடுகிறான். இத்தகைய பகுதிகளையே உலகின் பல்வேறு பாகங்களிலும் காணலாம். ஏனெனில், மனிதன் தலையீடற்ற தாவர உச்சநிலைப் பகுதிகள் அரிதாகவே காணப்படுகின்றன. பொதுவாக உச்சநிலைத் தொகுதிகள் பருவகால மாறுபாட்டினையும் புவியமைப்புச் சுழற்சியையும் சார்ந்து உள்ளன.

**உயிர்க் கோளத்தில் மனிதனின் செல்வாக்கு**

மனிதன் உயிர்க்கோளத்தின் சக்தி ஓட்டத்தில் முக்கியப் பணியாற்றுகிறான். சூழ்நிலையில் உள்ள பலவகையான உயிர்க் கூட்டத்துடன் செயல் தொடர்புகொண்டு அவற்றின் உற்பத்தி ஆக்கத்தையும், அழிவையும் தன் செயல்வொன்ளுத் திறமையால் கட்டுப்படுத்தி, சூழ்நிலைத் தொகுதிகளை பாதிப்புக்குள்ளாக்கு கிறான். இக்காரணம் கருதி மனிதனின் தலையீட்டைத் தனியாகக் காண்போம். புவிதோன்றிய காலத்திலிருந்து நோக்குவோமானல் சூழ்நிலையில் பொருந்திய யாவற்றையும் பெற்று வாழ, உயிரினக் கூட்டத்தின் இடையே நடக்கும் போட்டியில் மனிதனே வெற்றி மேல் வெற்றி குவித்துத் தன் இனத்தைக் குறுகிய காலத்தில் அபரிமிதமாகப் பெருக்கிவிட்டான். இயற்கை உயிரினங்களின் பரிணும வேகத்தைவிட மனித இன உற்பத்தி பெருக்கமும், வளர்ச்சியும் பன்மடங்கு அதிகம். சான்ருக, மனிதன் வட அமெரிக்காவின் உயர்ந்த பிரெய்ரிப் புல்வெளியைக் கண்டறிந்து கொள்ளாவண்ணம் அழித்து மாற்றி விட்டான். இங்கிருந்த புலி, சிங்கம் முதலியவற்றை உலகின் மூலை முடுக்குகளுக்கு விரட்டி விட்டான். இவ்வாறே இயற்கைச் சூழ்நிலையில் சில உயிரினங்கள் விரைந்து அழிந்துபட்டு வருகின்றன. பரந்த காடுகளையும் வளம் நிறைந்த குறிஞ்சி நிலங்களையும், மனிதன் அழித்து உணவு உற்பத்தியாகும் விளைநிலமாக்கிக் கோடிக்கணக்கான மக்களுக்கு உணவு அளிக்கிருன். இத்துடன் நின்றுவிடவில்லை. விளை நிலங்களின் சத்தை ஊட்டமடையச் செய்ய கதிரியக்கமுள்ள ஊட்டப் பொருட்களையும், நச்சுத் தன்மை மிக்க பூச்சிக் கொல்லிகளையும் அறிமுகப்படுத்தினுன். ஆனல், இவை மனித னின் உணவுத் தொடர்பில் பற்பல தேவையற்ற சிக்கல்களை உண்டுபண்ணி வருகின்றன.

**மக்கள் தொகுதி**

மக்கள் தொகுதி உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதி போன்றே தனிச்சிறப்புப் பெற்று இயங்கி வருகின்றது. இத் தொகுதி உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதிகளில் ஒன்ருக இருந்தாலும் தனியாக ஆய்வதே சிறந்தது. ஏனெனில், மானிட வர்க்கம் பிற உயிரினங்களில் இருந்தும் மிகவும் வேறுபட்டது. மக்கள்தொகை நாளுக்குநாள் வளர்ந்துகொண்டே வரு கின்றது. அதன் வளர்ச்சி வீதம் இன்றைய காலத்தில் வேக முற்று மக்கட் பெருக்கம் மிதமிஞ்சிவிட்டது. உலகின் 1970-ஆம் ஆண்டு மக்கள் தொகை 350 கோடி. 1930-விருந்து 1970 வரை உண்டான மக்கட் பெருக்கம் 1650 ஆம் ஆண்டி

விருந்த மக்கள் தொகையைவிட இரண்டு மடங்காகும். இத்தகைய பெருக்கம் சூழ்நிலையை பாதிப்பதில் வியப்பொன்றுமில்லை.

**மக்கள் தொகுதியும் உயிரினம் சாராச் சூழ்நிலையும்**

சென்ற 200 கோடி ஆண்டுகளாக இயற்கைச் செயல் முறைகளால் ஏற்பட்ட புவியின் இயற்கை வளத்தை மனிதன் கடந்த 200 ஆண்டுகளில் பெருமளவு உபயோகப்படுத்திவிட்டான். இதன் விளைவாக இயற்கைச் செல்வம் குறைந்துகொண்டே வருவதும், பொருளாதாரச் செயல்முறைகளின் அமைப்பு வேறுபட்டு வருவதும் நாம் அறிந்த ஒன்றாகும். மக்கட்பெருக்கம் வேகமாக வளர்ந்து கும்பலை அதிகரித்து, இன்றைய நாளில் பல விளைவுகளை உண்டுபண்ணுகிறது. இவ் வேகத்தைக் கருத்திற் கொண்டு ஒருவனுக்கு ஒரு சதுர கஜம் என்ற அளவில் எண்ணிப் பார்ப்போமானால் புவிப்பரப்பின் கடைசியான ஒரு சதுர கஜப் பரப்பு வருகிற 2104-ஆம் ஆண்டு நவம்பர் வெள்ளிக்கிழமை ஆக்கிரமிப்பு நடத்தப்பட்டுவிடும். இந் நோக்கு விவாதத்திற்கு பொருந்தாதென்றாலும் இது மக்கள்தொகையின் அபரிமிதமான கும்பலைக் காட்டுகிறது. புவியின் பெரும்பாலான பாகங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டுவிட்டன. விளைவாகப் பெரும்பான்மையான இடங்களில் மண் அரிப்பு, நிலம் சரிதல், வறட்சி, வெள்ளப் பெருக்கு போன்ற துன்பமுண்டாக்கும் செயல்கள் நடந்து வருகின்றன. மக்கட் கும்பல் நகர்ப்புறங்களில் பெருகியதன் விளைவாக பலத்த இரைச்சல்களும், வெப்பமும், கழிவுப் பொருட்களும் பெருகி அவற்றால் பலவித விளைவுகளும் உண்டாகின்றன.

தொடர்ந்து வளர்ந்துவரும் தொழிற்சாலைகளும் அவற்றின் உற்பத்திப் பெருக்கமும் இயற்கைச் சூழ்நிலையில் கீழ்க்கண்ட பெரும் விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன:-

(1) இயற்கை வளங்களின் நுகர்வும் பயன்பாடும் அதிகரிக்கின்றது.

(2) தொழிற்சாலைகளின் கழிவுப் பொருட்களின் வகையும் அளவும் அதிகரிக்கின்றது.

(3) உயிர்பொருட்களின் கழிவுப்பொருள்களும், வெப்பமும் சூழ்நிலையில் கலந்துவிடப்படுகின்றது.

மேலும், தொழில் துறையின் நவீன வளர்ச்சியின் பலவகைப் போக்குவரத்துச் சாதனங்கள் இயங்க எரிபொருட்களை உட்

கொண்டு, வெளிவிடும் கழிவுப் பொருட்களும், நச்சுக்காற்றும் வளிமண்டலத்தில் கலந்து காற்றை மிக அசுத்தமாக்குகின்றன.

**மக்கள் தொகையும் உயிரினச் சூழ்நிலையும்**

நகர்ப்புறங்களில் சாக்கடை நீரை அருகிலுள்ள ஏரி, குளங்களில் வெளியேற்றப்படுவதை நாம் காண்கிறோம். வெளியேற்றப்படும் இவ்வசுத்தநீர் உணவுச்சத்து திரட்சிகளை இறந்துபட்ட நிலையில் ஏரியில் கொட்டுகின்றது. இதனால் ஏரியின் நீர் மிதமிஞ்சிய ஊட்டநிலையை அடைந்து ஆல்கே (algae) போன்ற நுண்ணுயிர்கள் அபரிமிதமாக உற்பத்தியாக ஏதுவாகின்றது. இத்தகைய உற்பத்தி நீரின் வாயுக் கொள்ளளவை குறைத்து மீனினங்களின் அழிவுக்கு வழிவகுக்கிறது. இதுபோன்றே சில சமயங்களில் தாவரங்களை அதிகமாக அழிப்பதாலும், விலங்குகளை மிதமிஞ்சி வேட்டையாடுவதாலும் அவை தமக்குத் தாமே நிலைத்திருக்க முடிவதில்லை. திமிங்கிலங்கள் (whales)) என்ற கடல்மீன்களும், சிவப்பு மரக்காடுகளும் (redwood forests இவ்வாறே சரியான பாதுகாப்பில்லாமல் நாளுக்குநாள் மாய்ந்து வருகின்றன.

உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதிகளிலுள்ள சில தாவர இனங்களை அழிப்பது மற்ற சில தாவரங்களின் அபரிமிதமான வளர்ச்சிக்கு வழிகோலுகின்றது. மலேயாவில் உள்ள சாபா (Sabah) என்னுமிடத்தில் இத்தகைய விளைவு ஏற்பட்டதைக் காண்போம். 1956-ல் இங்கு முதன்முறையாகக் கோகோ அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இதனால் பயனுள்ள மரங்கள் அழிக்கப்பட்டன. சில மரங்கள் கோகோ பயிர்களுக்கு நிழலுக்காக அப்படியே விடப்பட்டன. இதனால் இன்று கோகோ பயிர்கள் பெரும்பரப்பில் மற்ற தாவரங்கள் சூழ தழைத்தோங்கிப் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன.

இவ்வாறு திருத்தியமைக்கப்பட்ட நிலப்பகுதியை, தேவையற்ற வேறு புகலிடம் கிடைக்காத தாவர இனங்கள் தமக்குகந்த சூழ்நிலையாகப் பயன்படுத்திக்கொண்டன. இது மட்டும் அன்றி இப்பேர்பட்ட தாவர இனங்களைச் சார்ந்து வாழும் பூச்சி இனங்கள் இப்பகுதியில் வாழ ஏதுவாயிற்று. இந்தப் பூச்சிகள் பலவாறு பல்கிப் பெருகின. மேற்கூறிய காரணங்களால் கோகோ தாவரங்கள் பாதிக்கப்பட்டு மிக வேகமாக அழியத் தொடங்கி ஐந்தில் நான்கு பங்காகக் குறைந்தது. இப்பகுதியை நன்கு ஊன்றிப் பார்க்கும்போது பட்டை உண்ணும் புழுக்கள் முதலில் தோன்றி, இலை உண்ணும் வெட்டுக்கிளிகள்,

மற்றும் வேறு வகைப்பட்ட பூச்சி வகைகள் கோகோ தாவரங்களை அழிக்கத் தொடங்கின. இது ஒருபுறமிருக்க, இப் பூச்சி வகைகளைக் கட்டுப் படுத்த மனிதன் என்ன முயற்சி எடுத்துக் கொண்டான் என்பதை இங்கு அறிவோம். D.D.T. மற்றும் B.H.C. போன்ற பூச்சிக் கொல்லிகள் தூவப்பட்டன. ஆனால், மனிதனைவிட புத்திக் கூர்மையுடைய பேக்வேர்ம்ஸ் (bagworms) என்ற புழுக்கள் இளம் தளிர்களுக்கிடையே, மறைவாக பட்டுப் போன்ற மிருதுவான கூட்டை அமைத்து ஒளிந்துகொண்டன. மனிதன் இவைகளை அழிக்கத் தலைப்பட்டபோது, இந்தப்புழுக்கள் தங்களை முற்றிலும் மறைத்துத் தப்பித்துக் கொண்டன. இதைப் போன்றே மற்றப் பூச்சி வகைகளும் கோக்கோ மரப்பட்டைகளிலும், கிளைகளிலும் தங்களை நன்முக மறைத்துக்கொண்டு வாழத் தொடங்கின. இப்பேர்பட்ட பூச்சிகளையும் சூறையாடுகின்ற ஊன் உண்ணும் எதிரிப் பூச்சிகளும் இருந்தன. ஆனால், மனிதன் பூச்சிக் கொல்லியை உபயோகித்ததால் இந்த ஊன் உண்ணிகள் அநியாயமாக அழிந்தன. இதன் விளைவாகக் கோகோ மரத்தின் எதிரிகளை அழிக்கவல்ல மேற்கூறிய ஊன் உண்ணிகள் அழிந்துபோயின. இது கோகோ மரத்தின் எதிரிகளான புழு, பூச்சிகள் மேலும் நன்கு வளர்ந்து, மேலும் மேலும் கோகோ மரத்திற்கு அழிவினை ஏற்படுத்த ஏதுவாயிற்று.

சூழலின்கண் ஏற்படும் இத்தகைய இடையூறுகளை மேலும் ஒரு சான்றைக்கொண்டு நோக்குவோம். ஆஸ்திரேலியாவில் முதல்முதலில் குடியேறிய மக்கள் தங்களின் உணவுக்காகவும், கேளிக்கைகளுக்காகவும் முயல்களை கொண்டு வந்தனர். ஆனால், இவை நாளடைவில் பல்கிப் பெருகி ஆங்குள்ள புற்பரப்பை அழித்ததோடல்லாமல், ஏரி, குளம், குட்டை போன்ற நீர்ப் பரப்புகளையும் அசுத்தப்படுத்தின. கால்நடைகள் இதனால் பாதிக்கப்பட்டு அவற்றைச் சார்ந்த தொழில்கள் நலிவுற்றன. மக்கள் இதைத் தடுப்பதற்காக ஆயிரக்கணக்கான நீளமுடைய வேலியை அமைக்க வேண்டியதாயிற்று. ஆயினும் இம் முயற் கூட்டத்தின் அட்டகாசம் அடங்கவில்லை. மேலும், மைக்சொமா (myxoma) என்ற நச்சுக் கிருமி கொண்டு அழிக்கப் பார்த்தனர். ஆனால், இவை இக் கிருமிகளையும் எதிர்த்து நிற்குமளவிற்கு எதிர்ப்புத் தன்மையை தம் உடலில் உண்டாக்கி மேலும் மேலும் பல்கிப் பெருகிக்கொண்டே இருக்கின்றது.

இதுவரையில் சூழ்நிலையில் மனிதனின் எதிர்த்தாக்குதல்களையே கண்டோம். மனிதன் கண்ட அறிவியல் தொழில்

நுட்பங்கள் சூழ்நிலையில் சில சாதகமான அமைப்புகளையும் உருவாக்கியுள்ளது. சான்றாக, காப்பி (coffee) பயிரானது அரேபியாவிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்டு முதன்முதலில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையில் பயிரிடப்பட்டது. இதனால் இன்று தென்னிந்தியாவின் காப்பி உற்பத்தி கணிசமான அளவு அதிகரித்துள்ளது. மேலும், வறட்சி பகுதிகளுக்கேற்ப வறட்சியைத் தாங்கும் கலப்பின வித்துக்களை கண்டுபிடித்ததனால் நாம் இன்று வறண்ட பிரதேசங்களிலும் உற்பத்தியைப் பெருக்குகின்றோம். இப் புதிய கண்டுபிடிப்புகள் பல சாதகமான அமைப்புக்களை உண்டாக்கினாலும், ஒவ்வொன்றும் அதற்கே உரிய எதிர் தாக்குதல்களையும், எதிர்ப்புக்களையும் உண்டாக்கலாம். எனவே, சூழ்நிலையை ஆய்ந்தறியுங்கால், இத்தகைய எதிர்ப்பு செயல்களையும் மனத்தில் கொண்டு தெளிவாக ஆய்தல் சிறந்தது ஆகும்.

## பயிற்சி

**சுருக்கமாக விடையளிக்கவும் :**

1. இயற்கைத் தொடர்மாற்றத்தினை வரையறுக்கவும்.

2. ‘முதல் நிலை நுகர்விகள்’, ‘இரண்டாம் நிலை நுகர்விகள்’ என்ற சொற்றொடர்களை உதாரணங்களுடன் விளக்குக.

3. கீழ்க்கண்ட சொற்றொடர்களை விளக்குக :

   (அ) சுய உணவிகள் (ஆ) பிற உணவிகள் (இ) உணவூட்டநிலை

4. உயிரினம் சாராச் சூழ்நிலையில் அமைந்த மூலக்கூறுகள் யாவை ?

5. சக்தி சார்ந்த தொகுதி என்றால் என்ன என்பதை உதாரணங்களுடன் விளக்குக.

6. உலகின் முக்கிய உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதிகளைக் கூறுக.

7. உயிரின வாழ்க்கைச் சூழல் தொகுதி இடங்களுக்கு ஏற்ப மாறுமா ? உதாரணங்களுடன் விவரிக்கவும்.

8. 'இணக்க மறுவூட்டத் தொகுதி' என்றால் என்ன ?

9. பல்வேறு இடங்களில் பற்பல உயிரினங்கள் எவ்வாறு காணப்படுகின்றன என்பதை விளக்க 'கோபுரக் கொள்கை' எவ்வாறு பயன்படுகின்றது ?

**விரிவாக விடையளிக்கவும் :**

1. பௌதிகச் சூழ்நிலையில் அமைந்த பல்வேறு மூலக்கூறுகள் ஒன்றோடொன்று எவ்வாறு உறவுபூண்டு உள்ளது என்பதை உதாரணங்களுடன் விளக்குக.

2. உயிரினச் சூழ்நிலையில் உணவுத் தொடரின் செயல் யாது ?

3. மனிதனுக்கும் உயிரின வாழ்க்கைச் சூழலுக்கும் உள்ள உறவுமுறையை ஆதாரங்களுடன் விளக்குக.

# 3. பேரண்டம்

வானவெளியில் புவி தனியாக இல்லை என்பது நமக்குத் தெரியும். பகலில் கதிரவன் கிழக்கிலிருந்து மேற்காக ஆகாயத்தில் செல்வதையும், இரவில் கணக்கற்ற விண்மீன்களையும் சந்திரனையும் காண்கின்றோம். புவிக்கோளம் பேரண்டத்தின் ஒரு பகுதியே ஆகும். புவியின் சூழ்நிலை அண்டத்தின் ஒரு பகுதியான சூரியனுடைய தொடர்பைப் பொறுத்து உள்ளது.

சூரியன், சந்திரன், விண்மீன்கள் முதலியவைகளின் இருப்பிடம் ஆகாயத்தில் ஒவ்வொரு நாளும் மாறுகின்றது. சூரியனின் தோற்றம், மறைதல், சந்திரனின் தோற்றத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் முதலியவை நாட்கள், மாதங்கள், மற்றும் ஆண்டை வரையறுக்க அடிப்படையாய் இருக்கின்றன. சூரியனுடைய பாதையில் ஓர் ஆண்டின் வெவ்வேறு காலங்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு குடியானவர்கள் விதைப்பதற்கும் அறுவடைசெய்வதற்கும் காலங்களைத் தேர்ந்தெடுத்தார்கள். நிலத்திலும் கடலிலும் பயணம் செய்பவர்கள் விண்மீன்களை திசைஅறியப் பயன்படுத்தினார்கள். இவ்வாறு பழங்காலங்களிலிருந்தே ஆகாயத்தில் காணப்படும் சூரியன், சந்திரன், விண்மீன்கள் முதலியவைகளின் இடமாற்றத்தைப்பற்றிய விவரங்கள் மனிதனுக்குத் தெரிந்துள்ளன.

**அண்டத்தை அறிதல்**

புவிக்கோளம் நடுவில் உள்ளது என்றும் அதைச் சுற்றி மற்றவை கிழக்கிலிருந்து மேற்காக வலம் வருகின்றன என்றும் முதலில் கருதப்பட்டது. இந்தப் புவி மத்தியக் கொள்கை கி.பி. 16ஆம் நூற்றாண்டின் இடைக்காலம் வரை நிலவி இருந்தது. டாலமி (Ptolemy) என்பவர் கி.பி. 140-ல் வெளியான அல்மாஜெஸ்ட் (Almagest) என்ற தன்னுடைய நூலில் இக்கொள்கையை விரிவுபடுத்திக் கூறியுள்ளார்.

கோபர்னிகசு (Copernicus) என்ற போலந்து நாட்டு வான இயல் அறிஞர் (1473—1543) சூரிய மத்தியக் கொள்கையை எடுத்துரைத்தார். இக் கொள்கையின்படி சூரியன் நடுவில் உள்ளது; மற்றவை அதைச் சுற்றி வலம் வருகின்றன. சூரியன்

அண்டவெளியின் மையத்தில் இல்லை என்பது இப்போது தெரிகிறது.

மனிதன் அண்டவெளியின் அற்புதங்களை அறிந்து கொள்வதற்காக ஆவலுடன் ஆகாயத்தைப் பல நூற்றாண்டு களாக உற்று நோக்கி வந்தபோதிலும் ஆகாயத்தில் உள்ள எல்லாப் பொருட்களையும் அவனால் பார்க்கமுடியவில்லை. சில மிகத் தொலைவிலும், சில மிகக் குறைந்த ஒளியுடையனவாயும் உள்ளன; ஆகையால், கண்களால் பார்க்க முடிவதில்லை. முதன் முதலில் கலீலியோ (Galileo) மிக எளிதான தொலைநோக்கியைப் பயன்படுத்தினார். தொலைவிலுள்ள பொருட்களை இது பெரிது படுத்திக் காட்டியது. கோணங்களை அளந்திட சிறந்த கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டன. ஆகாயத்தில் பொருட்களின் தொலைவு கோணங்களால் அளக்கப்படுகின்றது. கெப்ளருடைய (Kepler's laws) பொருள்களின் அசைவைப்பற்றிய விதிகள், நியூட்ட னுடைய (Newtons' laws) புவி ஈர்ப்புப்பற்றிய விதிகள் ஆகாயத்தில் காணப்படும் பொருள்களின் அசைவைப்பற்றிய புதிய அறிவைக் கொடுத்தன.

அண்மையில் புதிய கருவிகளைப் பயன்படுத்தியதாலும், செயற்கைக் கோள்களைச் செலுத்தியதாலும், அண்டவெளியின் இரகசியங்கள் தெளிவாகியுள்ளன. தொலைநோக்கிகளின் பெரி தாக்கும் திறன் அதிகரித்துள்ளதால் மிகத் தொலைவிலுள்ள பொருள்களையும் காண முடிகின்றது. தொலைவிலுள்ள விண் மீன் களிலிருந்து வரும்ஒளியை ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்பின்(Spectrascope) மூலம் ஆராயமுடிகிறது. இந்த ஆராய்ச்சியின்பயனாக விண்மீன் களின் வெப்பநிலை, அவைகளிலுள்ள பொருட்கள், அவைகளின் அசைவு முதலிய விவரங்கள் கிடைத்துள்ளன. தொலைநோக்கி யுடன் புகைப்படம் எடுக்கும் கருவியும் இணைக்கப்பட்டுள்ளதால் வெவ்வேறு காலங்களில் எடுக்கப்பட்ட புகைப்படங்கள் நிலையான சான்றுகளாகச் சேகரிக்கப்படுகின்றன. கேமிராக்களில் உள்ள ''பிலிம்''களை (புகைப்படச்சுருளை) நீண்டநேரம் ஒளியைப் பதிவு செய்வதன்மூலம் அதிக விவரங்கள் கிடைத்துள்ளன. கேமிராவை 10 வினாடிகள் திறந்து வைத்தால் 20 விண்மீன்கள் பதிவாகக் கூடும். 10 மணிநேரம் திறந்து வைத்தால் 2000-க்கு மேல் விண்மீன்கள் பதிவாகின்றன. நீண்ட நேர இடைவெளியின் காரணமாக மிகக் குறைந்த ஒளியுடைய பொருட்கள் கூடப் பதிவாக வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. கலிபோர்னியாவில் 1948-ல் நிறுவப்பட்ட மௌண்ட் பலோமார் (Mount Palomar) நிலையத் தில் 200 அங்குலத் தொலைநோக்கிக் கருவியும், அத்துடன்

இணைக்கப்பட்டுள்ள ஸ்பெக்ட்ரோகிராப் (Spectrograph) மற்றும் ஒளிப்பதிவு செய்யும் கருவிகளும் கடந்த 30 ஆண்டுகளில் பல விவரங்களைத் தெரிவித்துள்ளன.

விண்மீன்கள் ரேடியோ அலைகளை வெளிப்படுத்துகின்றன என்று 1932-ல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதன் விளைவாக ஒரு புதிய ஆராய்ச்சி முறை உருவாகியுள்ளது. விண்மீன்கள் வெளியிடும் ரேடியோ அலைகளைப் பதிவு செய்ய ரேடியோ தொலைநோக்கிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ரேடியோ வான இயல் அறிஞர்கள் அண்டவெளியிலுள்ள பொருட்களை கவனித்துக்கொண்டே இருக்கின்றனர். அவைகளிலிருந்து வெளிப்படும் ஒலிகளிலிருந்து அவைகளை அடையாளம் காணமுடிகிறது. ஒலியைப் பதிவு செய்யும் தொலைநோக்கிகளில் காணமுடியாத பொருள்களையும் அவை வெளிப்படுத்தும் ஒலியைக் கொண்டு ரேடியோ தொலை நோக்கிகளால் அறிய முடிகிறது. உலகிலேயே மிகப் பெரிய திசை திருப்பக்கூடிய ரேடியோ தொலைநோக்கி இங்கிலாந்தில் ஜாட்ரெல் (Jodrell) பாங்கு என்னுமிடத்தில் நிறுவப்பட்டுள்ளது.

செயற்கைக் கோள்கள் அண்டவெளியில் சுற்றும்போது நம்மைச் சுற்றிய காற்று மண்டலத்தின் பாதிப்பு இல்லாமல் அவற்றிலுள்ள கருவிகள் பல விவரங்களைப் பதிவு செய்கின்றன. ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தில் உள்ள கோள்களைப்பற்றி செயற்கைக் கோள்கள் பல செய்திகளை அளித்துள்ளன. சந்திரனில் மனிதன் இறங்கியதன் விளைவாகப் புவியைப் பற்றியும் மற்றப் பொருள் களைப் பற்றியும் புதிய கண்ணோட்டம் கிடைத்துள்ளது. புவிக் கோளத்திற்கு அருகிலுள்ள பகுதிகள் மட்டும் அண்டவெளியின் ஆராய்ச்சிக்கு உட்பட்டதாக உள்ளது. ஞாயிற்றுக் குடும்பத் திற்கு அப்பாலுள்ள பிரதேசங்களைப்பற்றி செயற்கைக் கோள்களினால் அறியமுடிவதில்லை.

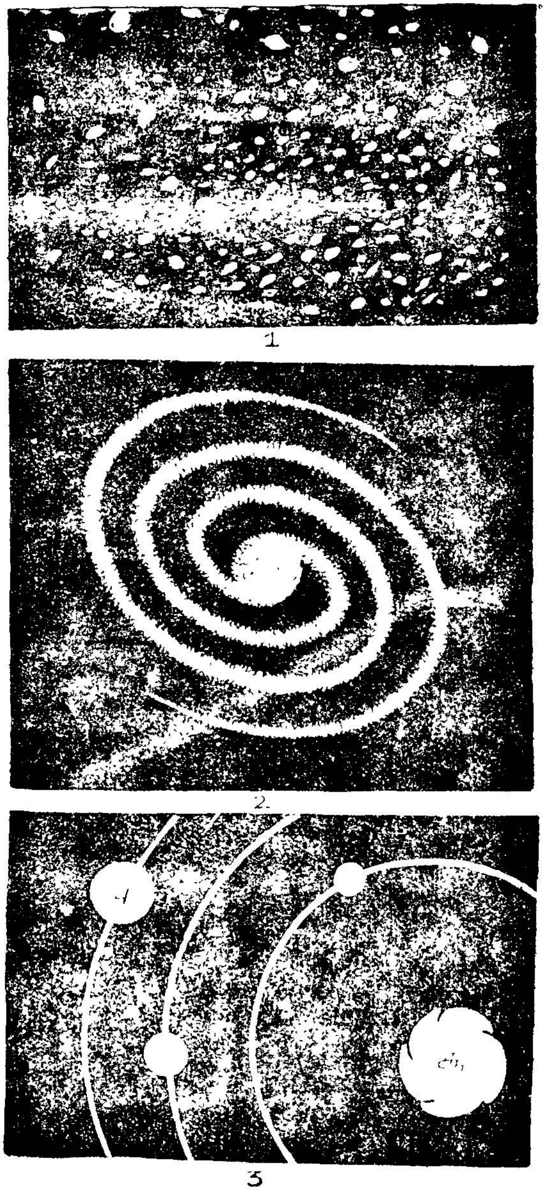
நம்மைச்சுற்றியுள்ள பேரண்டம் மிகப்பெரியது. ஆகையால், தொலைவுகளை அளக்கக் கிலோ மீட்டரை அடிப்படையாகக் கொள்ள முடியாது. அண்டவெளியில் தொலைவுகளைக் கணக் கிடப் பயன்படும் அளவுகோல் **ஒளிஆண்டு** எனப்படும். ஒளி ஆண்டு என்பது ஒரு வினாடிக்கு 300,000 கி மீ. வீதம் ஒரு ஆண்டில் ஒளி செல்லக்கூடிய தொலைவு ஆகும். இந்தத் தொலைவு சுமார் $9.5 \times 10^{12}$ கி.மீ. (9,500,000,000,000 கி.மீ.) ஆகும். சூரியனைத்தவிர புவிக்கு மிக அண்மையில் உள்ள ஆல்பா சென்டௌரி (Alpha Centauri) என்ற விண்மீன் 4.3 ஒளி ஆண்டு தொலைவில் உள்ளது. அதாவது இந்த விண்மீனிடமிருந்து ஒளி புவியை வந்து அடைய 4.3 ஆண்டுகள் ஆகின்றன.

வான இயல் தொலைவுகளைப்பற்றி அறியும்போது காலம் மற்றும் இடத்தைப்பற்றித் தெரிகின்றது. புவியிலிருந்து 1 மில்லியன் ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவில் ஒரு விண்மீன் இருக்கிற தென்றால் இந்த விவரம் அப் பொருளின் தொலைவைப்பற்றிக் குறிப்பிடுவதோடு, அவ் விண்மீன் ஒரு மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் எப்படி இருந்தது என்பதையும் குறிப்பிடுகிறது. அந்த விண்மீன் இப்போது எங்குள்ளது என்பதைப்பற்றி இதிலிருந்து அறிய முடியாது. ஆகையால், தொலைவிலுள்ள விண்மீன்கள் மற்றப்பொருள்களின் விவரங்கள் முற்காலத்தில் எப்படிஇருந்தன என்பதைப்பற்றித்தான் அறிய முடியுமே தவிர அவற்றின் தற்கால நிலைமையைப்பற்றி அறிய முடியாது.

**பேரண்டம்**

புவியிலிருந்து காணப்படும் பேரண்டம் தொலைவு அளவிலும், கால அளவிலும் மிகப் பெரியதாகத் தெரிகிறது. பேரண்டத்தின் ஆரம் 13,000 மில்லியன் ஒளி ஆண்டுகள் என்று மதிப்பிடப் படுகிறது. பேரண்டத்தின் சில பகுதிகள் புவியிலிருந்து பார்ப்பதற்குத் தெரியாமல் இருக்கக்கூடும். பேரண்டம் விரிவடைகிறது என்று கருதுகிறார்கள். இதன் விளைவாக பேரண்டத்தின் ஆரம் மேலும் அதிகரிக்கக்கூடும். எல்லா இடங்களிலும் விரிவடைதல் ஒரே அளவாக உள்ளதால் பேரண்டம் மெலிந்து பரவுகிறது என்று கருத இடமுண்டு. பேரண்டத்திற்கு எல்லை இல்லை. ஆகையால் விரிவடைதல் எல்லைக்கு உட்பட்டதில்லை.

பேரண்டத்தின் தோற்றத்தை மூன்று கொள்கைகள் விளக்குகின்றன. பேரதிர்ச்சிக் (Big Bang) கொள்கையின்படி திடீரென்று ஏற்பட்ட ஒரு மிகப் பெரிய வெடிப்பின் விளைவாகப் பேரண்டம் விரிவடைந்துள்ளது. இதன் விளைவாகப் பேரண்டத்திலுள்ள எல்லாப் பொருள்களும் மிக அதிக வேகத்தில் எல்லாத் திசைகளிலும் வெளியே ஓடுகின்றன. மிகத் தொலைவிலுள்ள பொருட்கள் ஒளியின் வேகத்தில் 9/10 அளவுக்குச் செல்கின்றன என்று அறியப்படுகிறது. நாடித் துடிப்புக் (Pulsating) கொள்கையின் கருத்து பேரண்டத்தில் அடுத்தடுத்து விரிவடைதலும் சுருங்குதலும் ஏற்படுகிறது என்பதாகும். இக்கொள்கையின்படி இப்போது உள்ள விரிவடைதல் படிப்படியாகக் குறைந்து, இறுதியில் நின்றுவிடும். இதையடுத்து, பொருட்களின் இடையேயுள்ள புவிசர்ப்பு விசையின் காரணமாகப் பேரண்டம் சுருங்கத்தொடங்கும். சுருங்குதல் அதிகம் ஏற்பட்டால் மீண்டும் வெடித்து விரிவடையத்தொடங்கும். நாடித்துடிப்பில் ஏற்றத்தாழ்வு




படம் 3.1. பேரண்டம் - காலக்ஸி - ஞாயிற்றுக் குடும்பம்

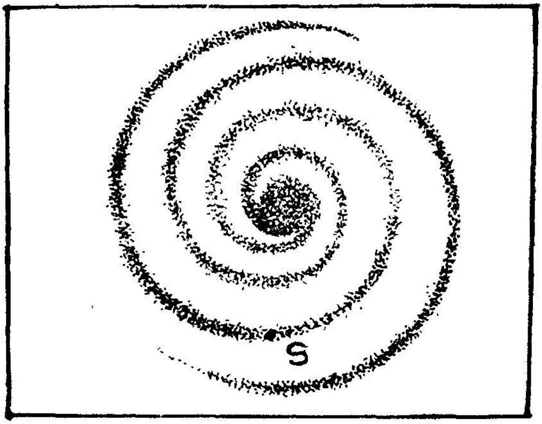
**1.** பேரண்டத்திலுள்ள காலக்ஸிகள் **2.** ஒரு காலக்ஸியிலுள்ள விண்மீன்கள் **3.** ஞாயிற்றுக்குடும்பம் சூ — ஞாயிறு பு — புவி

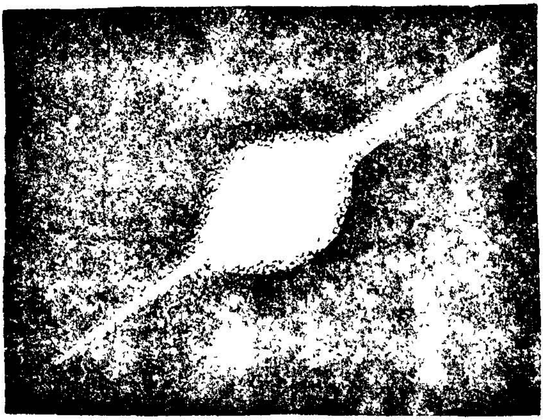
உள்ளதைப்போல விரிவடைதலும் சுருங்குதலும் அடுத்து அடுத்து ஏற்படுகின்றன. ஒரேநிலைக் (Steady State) கொள்கையானது பேரண்டம் எப்போதும் ஒரே விகிதத்தில் விரிவடைகிறது என்று கூறுகிறது. புதிய பொருட்கள் எப்போதும் உருவாக்கப்படுகின்றன என்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட கன அளவான இடத்தில் எப்போதும் ஒரே அளவுடைய பொருள் உள்ளது என்றும் இக்கொள்கை குறிப்பிடுகின்றது.

**காலாக்ஸிகள் (Galaxies)**

பேரண்டத்தில் உள்ள அடிப்படைப் பொருட்கள் **காலாக்ஸிகள்** எனப்படும். இவை நட்சத்திரக் கூட்டங்கள் அல்லது தொகுப்புகள் ஆகும். புவியிலிருந்து அறியப்படும் பேரண்டத்தில் 1000 மில்லியன் காலாக்ஸிகள் காணப்படுகின்றன. காலாக்ஸிகள் உருவத்திலும் அளவிலும் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. பேரண்டம் விரிவடைதலினால் இவை ஒன்றுக்கொன்று வெளிநோக்கி நகர்கின்றன. இவைகளுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு மிகுந்துகொண்டே போகின்றது. ஒரு காலாக்ஸியின் சராசரி விட்டம் 30,000 ஒளி ஆண்டுகள் என்றும், அடுத்தடுத்து உள்ள இரு காலாக்ஸிகளுக்கு இடையிலுள்ள சராசரி தொலைவு 1,000,000 ஒளி ஆண்டுகளாக இருக்கக்கூடும் என்றும் மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. அவைகளின் உருவங்களின் அடிப்படையில் காலாக்ஸிகள் மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை சுருள் வடிவானவை, நீண்ட வட்டமானவை என்றும் ஒழுங்கற்ற உருவமுடையவை என்றும் பிரிந்திலங்கும். காலாக்ஸிகள் தனித்துக் காணப்படுவதில்லை; கூட்டங்களாக உள்ளன.

சூரிய மண்டலம் இருக்கும் நமது காலாக்ஸி, பால் வழி (The Milky way) காலாக்ஸி எனப்படும். இரவில் ஆகாயத்தில் மங்கிய ஒளிப் பாதையாக இதைக் காணலாம். இந்தப் பால்வழி காலாக்ஸி, 17 காலாக்ஸிகள் கொண்ட லோகல் குரூப் (local group) என்ற கூட்டத்தைச் சேர்ந்தது ஆகும். பால்வழி காலாக்ஸி சுருள் வடிவமானது. மற்றும் இதன் விட்டம் 100,000 ஒளி ஆண்டுகள் ஆகும். இக்காலாக்ஸி மெல்லிய தகடுபோல் உள்ளது. இதிலிருந்து கைகள் போன்ற அமைப்பில் சுருள்வடிவான பகுதிகள் நீண்டு உள்ளன. இக்காலாக்ஸி சுற்றிக் கொண்டே உள்ளது. வேகம் வெளிப்பகுதியில் குறைவாகவும் மையத்தில் மிகுந்தும் காணப்படுகின்றது. நமது பால்வழி காலாக்ஸிக்கு மிக அருகிலுள்ள



படம் 3.2.

பால்வழி காலக்ஸி

விண்மீன்கள் புள்ளிகளாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

'S' ஞாயிற்றின் இருப்பிடம்.

மேலேயுள்ள படம் காலக்ஸியின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது.

கீழேயுள்ள படம் காலக்ஸியின்தோற்றத்தைக் காட்டுகிறது.

காலாக்ஸி அண்ட்ரோமிடா (Andromeda) காலாக்ஸி ஆகும். இது 2 மில்லியன் ஒளி ஆண்டுகள் தொலேவில் உள்ளது. நமது காலாக்ஸியில் 100,000 மில்லியன் விண்மீன்கள் இருக்கக் கூடும் என்று மதிப்பிடப்படுகின்றது.

**விண்மீன்கள்**

விண்மீன்கள் வெப்பமான வாயுக்களால் ஆன ஒளியினுல் பிரகாசிக்கின்ற பொருட்கள் ஆகும். புவியிலிருந்து மிகத் தொலேவில் உள்ளதால் இவை புள்ளிகளாகப் புலப்படுகின்றன. பொதுவாக, காலாக்ஸிகளில் விண்மீன்கள் ஒரே சீராகப் பர யிருக்கக்கூடும். விண்மீன்களுக்கு இடையில் அதிகத் தொலேவு உள்ளது. நமது கண்ணுக்குத் தெரியும் சுமார் 6000 விண் மீன்களில் சுமார் 170 தான் புவியிலிருந்து 30 ஒளி ஆண்டு கள் தொலேவுக்குள் உள்ளன. விண்மீன்கள் தங்களுடைய அச்சுகளின்மேல் சுற்றுவதுடன் தாங்கள் இருக்கும் காலாக்ஸி யுடன் நகர்ந்து செல்கின்றன. விண்மீன்களின் வெளிப்பரப்பின் வெப்பநிலே 2000°C-க்கு குறைவிலிருந்து (சிகப்பு விண்மீன்கள்) 50,000°C-க்கு (நீல விண்மீன்கள்) மேல் வரை இருக்கும். விண்மீன்கள் பெரும்பாலும் ஹைட்ரஜன் (75%) மற்றும் ஹீலியம் (25%) வாயுக்களால் ஆனவை. மற்ற தனிமங்களின் அளவு மொத்த எடையில் 1% முதல் 2% வரை இருக்கும். பால்வழி காலாக்ஸியில் சூரியன் ஒரு சராசரி அளவும், ஒளியுமுடைய விண்மீன் ஆகும்.

**ஞாயிற்றுக்குடும்பம்**

நம்மைச் சுற்றியுள்ள பேரண்டத்தின் ஒரு மாதிரியாக ஞாயிற்றுக்குடும்பத்தைக் கருதலாம் ஞாயிற்றுக்குடும்பத்தில், ஞாயிறும், 9 கோள்களும், 31 துணைக் கோள்களும், ஆயிரக் கணக்கான சிறு கோள்களும் (Planetoids) மில்லியன் கணக்கி வால்மீன்களும் கணக்கற்ற எரிமீன்களும் மற்ற சிறுதுகள்களு அடங்கியுள்ளன. ஞாயிற்றுக்குடும்பத்தின் அச்சுப் போன்ற தும் மையமானதும் ஞாயிறு ஆகும். மற்றவை ஞாயிற்றின் ஈர்ப்பு சக்தியால் பாதிக்கப்பட்டு வெவ்வேறு தொலேவுகளில் ஞாயிற்றைச் சுற்றி வருகின்றன. ஞாயிற்றுக்குடும்பம் புவிக்கு அண்மையில் இருப்பதால் பேரண்டத்தின் மற்றப் பகுதிகளேக் காட்டிலும் அதிகமாகத் தெரியும்.

**ஞாயிறு**

ஞாயிறு வெப்பமான வாயுக்களாலான 1,400,000 கி.மீ. விட்டமுடைய பெரிய கோளம் ஆகும். புவியின் விட்டத்தைப்

போல் 109 மடங்கு விட்டம் உடையது. புவியின் கனஅளவைப் போல 1.3 மில்லியன் மடங்கு அதிக கனஅளவை உடையது ஞாயிறு ஆகும். ஞாயிறு பெரும்பாலும் ஹைட்ரஜன், ஹீலியம் போன்ற இலேசான வாயுக்களாலானதால் அதன் அடர்த்தி 1.4 அளவுக்கு உள்ளது. அதாவது புவியின் அடர்த்தியில் ஏறக்குறைய 1/4 பங்கு அடர்த்தி யுடையது. ஆனால் ஞாயிற்றின் எடை புவியைப் போல் 332,000 மடங்கு ஆகும். ஞாயிற்றின் குடும்பத்தின் எடையில் 99.9% ஞாயிற்றிடம் உள்ளது. ஞாயிறு ஒரு விண்மீனாக இருப்பினும் அது மற்ற விண் மீன்களைக் காட்டிலும் பெரியதாகத் தெரிவதற்குக் காரணம் அது புவிக்கு அண்மையில் இருப்பதுதான். ஞாயிற்றில் அணுச் சிதைவினால் பௌதீக மற்றும் இரசாயன மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுப் பொருள் ஆற்றலாக மாறுகிறது. ஒவ்வொரு வினாடியும் 657 மில்லியன்டன் எடையுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் 652.5 மில்லியன்டன் எடையுள்ள ஹீலியம் அணுக்களாக மாறு கின்றன. மீதியுள்ள 4.5 மில்லியன் டன் ஹைட்ரஜன் அதிக அளவுடைய ஆற்றலாக மாறுகிறது. இம்மாற்றங்களினால் ஞாயிற்றின் மையப்பகுதியில் வெப்பம் மிக அதிகமாக ஏற்படு கின்றது. மேற்பரப்பில் வெப்பத்தின் அளவு சுமார் 6000°C ஆகும். ஞாயிற்றின் மையப் பகுதியில் உற்பத்தியாகும் ஆற்றல் மின்காந்த அலைகளாக (Electromagnetic waves) பரப்பிலிருந்து வெளிப்படுகின்றது. ஞாயிறு 380 பில்லியன் பில்லியன்வாட் அளவு ஒளியுடன் நிலையாகப் பிரகாசிக்கின்றது. ஞாயிற்றுக் குடும்பத்திலுள்ள எல்லாப் பொருள்களுக்கும் ஒளியையும் ஆற்றலையும் தருவது ஞாயிறே ஆகும்.

ஞாயிற்றிடமிருந்து வினாடிக்கு 4·5 மில்லியன் எடை டன் யுள்ள ஹைட்ரஜன் அழிந்துவிடுவதால் அதன் எடை குறைந்தாலும் இந்த செய்முறை பல மில்லியன் ஆண்டுகள் நீடிக்கும் அளவுக்கு அதனிடம் ஹைட்ரஜன் உள்ளது ஞாயிற்றினுள் ஏற்படும் கொந்தளிப்பை மேற்பரப்பில், ஞாயிற்றுப் புள்ளி களிலும் வெளிப்படும் ஜுவாலைகளிலும் பீரிட்டு எழும் 'நாக்கு களிலும் காணமுடிகின்றது. ஞாயிற்றுப் புள்ளிகள் ஆயிரக்கணக் கான கிலோ மீட்டர் விட்டமுடைய இருண்ட இடங்கள் ஆகும். இவைகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் பரவல் 11 ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை மாறுகின்றது. ஞாயிற்றிலிருந்து வெளிப்படும் ஜுவாலை களும் பீரிட்டு எழும் நாக்குகளும் ஞாயிற்றின் பரப்பிலிருந்து அதிக அளவில் பொருள்களை வெளிப்படுத்துகின்றன. இவ்வாறு வெளிப்படுவதினால் குறுகிய அலைகளில் ரேடியோ ஒலி பரப்பு பாதிக்கப்படுகின்றது. இப்போது இருப்பதைக் காட்டிலும்

அதிக அளவில் ஞாயிற்றிலிருந்து ஆற்றல் வெளிப்பட்டால் என்ன ஆகும் என்று கற்பனை செய்துபார். ஞாயிற்றிடமிருந்து வெளிப்படும் ஆற்றலின் அளவு, மாற்றம் ஏற்பட்டால் புவியும் மற்றக் கோள்களும் பெரிதும் பாதிக்கப்படும்.

**கோள்கள்**

ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தில், ஞாயிற்றிடமிருந்து அவை உள்ள தொலைவுக்கு ஏற்ப முறையே புதன், வெள்ளி, புவி, செவ்வாய், வியாழன், சனி, யுரேனஸ், நெப்டியூன், ப்ளூடோ (Pluto) ஆகியவை அமைந்துகிடக்கின்றன.

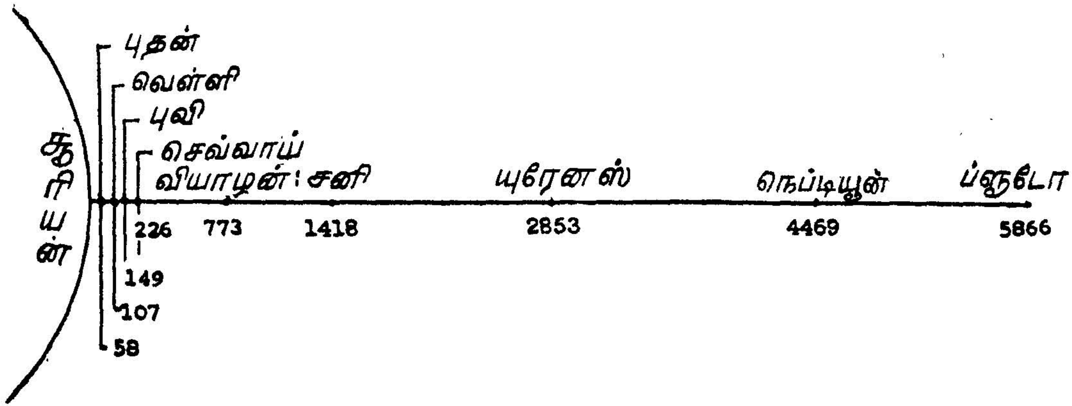
ஆகையால் நிலையாகச் சுற்றி வரும் விண் மீன்களிலிருந்து ஒழுங்கற்ற அசைவுகளை உடையனவாகக் கோள்களை கிரேக்கர்கள் கருதினார்கள். கோள்கள் தங்கள் அச்சின் மேல் வடக்கிலிருந்து பார்க்கும் போது இடமிருந்து வலமாக (Anticlockwise) சுழல்கின்றன. சில கோள்கள் புவியைக் காட்டிலும் வேகமாகவும் மற்றும் சில மெதுவாகவும் சுழல்கின்றன. கோள்கள் நீள்வட்டப் பாதையில் சூரியனை இடமிருந்து வலமாகச் சுற்றுகின்றன. மிக அண்மையிலுள்ள புதன், சூரியனை ஒரு தடவை சுற்றி வர 88 நாட்கள் ஆகின்றது. மிகத் தொலைவிலுள்ள ப்ளூடோ சூரியனை ஒரு தடவை சுற்றி வர சுமார் 248 ஆண்டுகள் ஆகின்றன. புவி சூரியனைச் சுற்றி வரும் அதே தடத்திலேயே மற்றக் கோள்களும் ஏறக்குறைய சுற்றி வருகின்றன. கோள்களைப்பற்றிய சில விவரங்கள் அட்டவணை 1-ல் கொடுக்கப்பட்டு உள்ளன.

பௌதீக இரசாயனத்தன்மைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு கோள்களை இருபிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். சூரியனுக்கு அண்மையிலுள்ள கோள்கள் (Inner planets) புதன், வெள்ளி, புவி, செவ்வாய் என்பவை ஆகும். மற்ற தொலைவிலுள்ள கோள்களைக் காட்டிலும் அளவில் சிறியவை. ஞாயிற்றிடமிருந்து தொலைவுக்கு ஏற்பக் கோள்களின் வெப்பநிலை படிப்படியாகக் குறைவதால், அண்மையில் உள்ள கோள்கள் பிற கோள்களைக் காட்டிலும் அதிக வெப்பநிலை உடையவை. அண்மையிலுள்ள கோள்கள் கடினமான உலோகங்களாலான கருப் பகுதிகளை உடையவை. தொலைவிலுள்ள கோள்கள் இலேசான வாயுக்களாலானவை. ஆகையால், தொலைவில் உள்ள கோள்கள் அடர்த்தி குறைந்தவை. அண்மையிலுள்ள கோள்கள் அடர்த்தி மிகுந்தவை. அடர்த்தி மிகுந்த அண்மையிலுள்ள கோள்களைக் காட்டிலும் அடர்த்தி குறைந்த தொலைவிலுள்ள கோள்கள் வேகமாகச் சுழலுகின்றன. வியாழன், சனி, யுரேனஸ், நெப்டியூன்

## கோள்கள்

| கோள்களின் பெயர்கள் | சூரியனிடமிருந்து சராசரி தூரம் (சூரியனிடமிருந்து புவியின் தூரம் = 1) | கோளின் ஆரம் (புவியின் ஆரம் = 1) | அடர்த்தி | ஒரு முறை சுழல ஆகும் நேரம் | சூரியனை ஒரு முறை சுற்றி வர ஆகும் நேரம் | துணைக் கோள்களின் எண்ணிக்கை | சராசரி வெப்பநிலை |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| புதன் | 0.39 | 0.38 | 5.5 | 88 நாட்கள் | 88 நாட்கள் | 0 | +400°C (பகல்) —1000°C(இரவு) |
| வெள்ளி | 0.72 | 0.96 | 5.1 | அறியப்படவில்லை | 225 நாட்கள் | 0 | 80° to 400°C |
| புவி | 1.00 | 1.00 | 5.5 | 23 ம 56 நி 4வி | 365.25நாட்கள் | 1 | +14°C |
| செவ்வாய் | 1.52 | 0.53 | 3.9 | 24 ம 37நி 23வி | 656 நாட்கள் | 2 | —15°C |
| வியாழன் | 5.20 | 10.95 | 1.34 | 9 ம 55 நி | 12 வருடங்கள் | 12 | —130°C |
| சனி | 9.54 | 9.30 | 0.70 | 10 ம 29 நி | 29.5வருடங்கள் | 9 | —180°C |
| யுரேனஸ் | 19.18 | 3.90 | 1.40 | 10ம 42நி | 84 வருடங்கள் | 5 | —170°C |
| நெப்டியூன் | 30.04 | 3.50 | 2.2 | 15ம 48நி | 165வருடங்கள் | 2 | —200°C |
| புளுடோ | 39.50 | 0.47 | அறியப்படவில்லை | 16 ம | 248வருடங்கள் | 0 | —230°C |

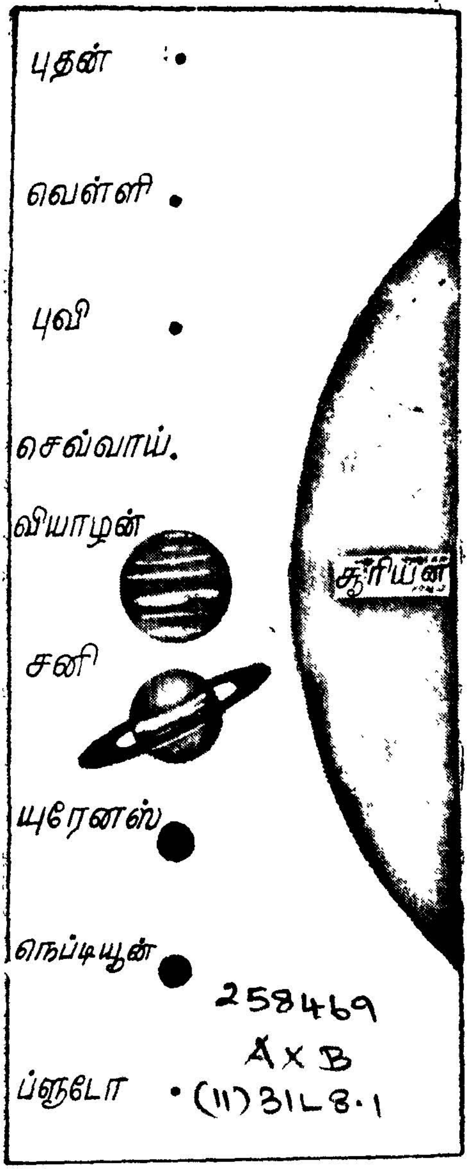
அட்டவணை 3.1.




படம் 3. 3.

சூரியனுக்கும் கோள்களுக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவுகள்

[அண்மையிலுள்ள கோள்கள் நான்கும் தொலைவிலுள்ள கோள்களைக் காட்டிலும் சூரியனுக்கு மிகவும் அருகில் இருப்பதைக் கவனிக்கவும்.]






படம் 3. 4.
கோள்களின் அளவுகள்

1 அருகிலுள்ள கோள்களுக்கும் தொலைவிலுள்ள கோள்களுக்கும்
இடையே [illegible]

என்பவை தொலைவிலுள்ள கோள்களின் இலக்கணத்திற்குட்பட்டவை. ப்ளூடோ—மிகத் தொலைவிலுள்ள கோள்—சிறியதாகவும் மிகக்குளிர்ந்ததாயும் உள்ளது. அதனுடைய பௌதீக, இரசாயனத் தன்மைகளைப் பற்றி அதிகம் தெரியாததற்குக் காரணம் அதன் மங்கிய ஒளியும், ஒழுங்கற்ற பாதையும், அதிகத் தொலைவும் ஆகும்.

**துணைக்கோள்கள்**

சூரியனைக் கோள்கள் சுற்றி வருவது போலவே துணைக் கோள்கள் கோள்களைச் சுற்றி வருகின்றன. துணைக்கோள்கள் அளவில் சிறியவை. துணைக்கோள்கள் தங்கள் அச்சுகளின்மேல் சுழல்கின்றன. அண்மையிலுள்ள கோள்களில் புதனும் வெள்ளியும், மிகத் தொலைவிலுள்ள ப்ளூடோவும் துணைக்கோள்கள் அற்றவை. புவிக்கு உள்ள ஒரு துணைக்கோள் சந்திரன் ஆகும். செவ்வாய் இரண்டு சிறிய துணைக்கோள்களை உடையது. தொலைவிலுள்ள பெரிய கோள்கள் அதிக துணைக்கோள்களை உடையவை. வியாழன் 12 துணைக்கோள்களை உடையது. சனிக்கு 9 துணைக் கோள்களும், யுரேனஸ்ஸுக்கு 5ம், நெப்டியூனுக்கு இரண்டும் உள்ளன. 9 துணைக்கோள்களைத் தவிர, சனியுடைய மத்திய ரேகைத் தளத்தில் மூன்று வளையங்கள் உள்ளன. இவ் வளையங்களில் உள்ள சிறு துகள்கள் 10,000 கி.மீ.க்கு அதிகமான தொலைவுகளில் சனியைச் சுற்றி வருகின்றன.

துணைக்கோள்களின் அளவு வேறுபடும். செவ்வாயின் ஒரு துணைக்கோள் 8 கி.மீ. விட்டம் உடையது. சனியுடைய ஒரு துணைக்கோள் புதனுக்குச் சமமான அளவுடையது. துணைக் கோள்கள் சிறியவையாக உள்ளதால் அவற்றைச் சுற்றி வளிமண்டலம் கிடையாது. சனி மற்றும் நெப்டியூனுடைய சில துணைக்கோள்கள், கோள்களின் சுற்றும் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் சுற்றுகின்றன. கோள்களைப் போலவே துணைக்கோள்களும் சூரியனிடமிருந்து பிரதிபலிக்கப்பட்ட ஒளியால் பிரகாசிக்கின்றன. கோள்களின் ஈர்ப்பு விசையில் துணைக்கோள்கள் அமைந்துள்ளன. கோள்களில் உள்ள பொருள்களே துணைக் கோள்களிலும் உள்ளன.

சந்திரன் புவியின் துணைக்கோள் ஆகும். அதனுடைய விட்டம் 3,480 கி.மீ. ஆகும். மேலும் புவியிலிருந்து சராசரி தொலைவு 3,84,900 கி.மீ, ஆகும். தன்னுடைய அச்சில் சந்திரன் மிக மெதுவாகச் சுழல்வதால் ஒரு சுழற்சிக்கு 27 நாட்களும் 8 மணியும் ஆகின்றது. சந்திரனில் ஒரு நாளின் நீடிப்பு பகல் இரண்டு வாரமும் அதைத் தொடர்ந்து இரவு இரண்டு வாரமும்

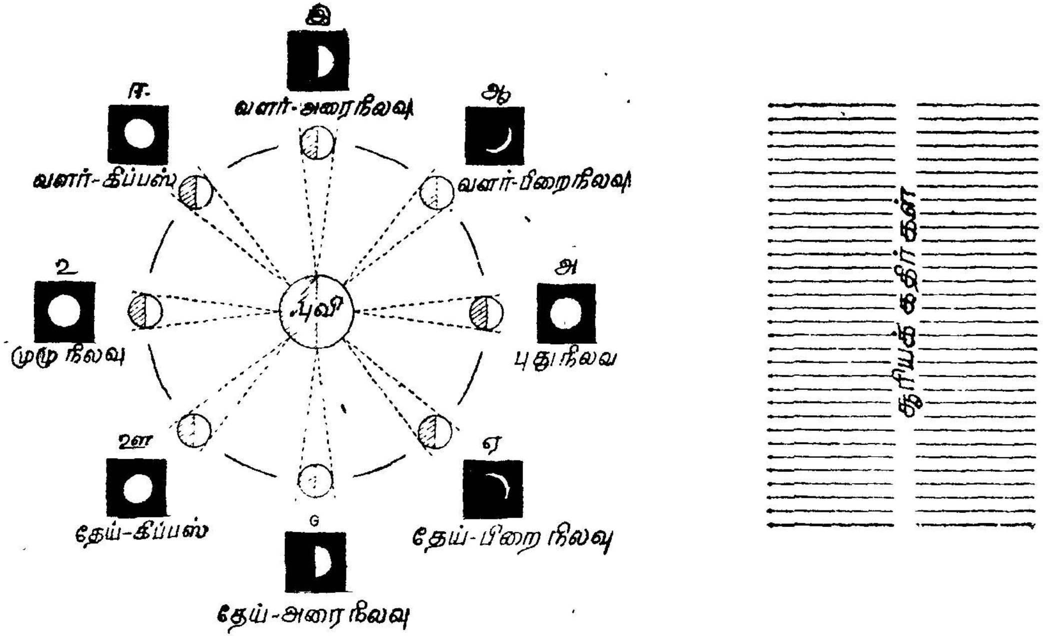
ஆக இருக்கின்றது. ஆகையால் சூரிய ஒளிக்கு உட்பட்ட நீண்ட பகல் நேரத்தில் வெப்பம் மிக அதிகமாகவும் அதையடுத்த நீண்ட இரவில் கடுங்குளிராகவும் இருக்கின்றது. சந்திரனைச்சுற்றி காற்று மண்டலமும் இல்லை; நீராவியும் கிடையாது.

சந்திரனின் சராசரி அடர்த்தி 3.3 ஆகவும் அதிலுள்ள பொருள்கள் புவியின் பரப்பிலுள்ள பொருள்களைப் போலவும் இருக்கிறது. சந்திரனுடைய மேற்பரப்பில் உயர்ந்த மலைத் தொடர்களும் பெரிய ''கடல்கள்'' என்ற சம நிலங்களும் உள்ளன. மேற்பரப்பில் வெவ்வேறு அளவுகளுடைய பள்ளங்களும் இருக்கின்றன. எரிமீன்களின் வீழ்ச்சியால் இப் பள்ளங்கள் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகின்றன.

சந்திரன் புவியைச் சுற்றி வரும்போது, சந்திரனுடைய ஒளி வட்டத்தின் வெவ்வேறு விகிதங்களை நாம் காண்கின்றோம். சந்திரன் தன்னைத்தானே சுற்றும் காலமும் புவியைச் சுற்றி வருவதற்கான காலமும் ஏறக்குறைய ஒரே அளவாக இருப்பதால் சந்திரனின் ஒரே பாதியைத்தான் புவியிலிருந்து காணமுடிகின்றது. மற்றப் பாதியைக் காண முடிவதில்லை. புவிக்கும் சூரியனுக்குமிடையே ஓர் நேர்க்கோட்டில் சந்திரன் இருக்கும்போது, சந்திரனுடைய ஒளி வட்டத்தைப் புவியிலிருந்து காணமுடியாது. இது அமாவாசையைக் குறிப்பிடுகின்றது. சூரியனுக்கும் சந்திரனுக்கும் ஓர் நேர்க்கோட்டில் புவி இருந்தால் புவியிலிருந்து சந்திரனுடைய ஒளி வட்டத்தை முழுமையாகக் காணமுடிகின்றது. இது பௌர்ணமியைக் குறிக்கும் அமாவாசைக்கும் பௌர்ணமிக்கும் இடையே நமக்குத் தெரியும் சந்திரனுடைய ஒளி வட்டத்தின் அளவு படிப்படியாக அதிகரிக்கிறது. பௌர்ணமிக்கும் அமாவாசைக்கும் இடையே சந்திரனுடைய ஒளி வட்டம் படிப்படியாகக் குறைகிறது. இவற்றை முறையே வளர்பிறை, தேய் பிறை என்கின்றோம். (படம் 3.5.)

**சிறு கோள்கள்**

செவ்வாய் மற்றும் வியாழனுடைய பாதைகளுக்கு இடையில் உள்ள பிரதேசத்தில் சூரியனைச் சுற்றி வரும் மிகச் சிறிய துகள்கள் சிறு கோள்கள் எனப்படும். இவைகளில் மிகப்பெரியது 800 கி.மீ. விட்டம் உடையது. கண்ணுக்குப் புலப்படும் மிகச் சிறியது 2 கி. மீ. விட்டம் உடையது. சுமார் 30,000 பெரிய அளவுடைய துகள்களைத் தவிர, மில்லியன் கணக்கில் மிகச்சிறிய கற்களைப் போன்ற அளவுடைய துகள்கள் உள்ளன. சிறிய துகள்கள் ஒழுங்கற்ற உருவம் உடையவை. சிறு கோள்




படம் 3.5.

சந்திரன்—வளர்பிறையும் தேய்பிறையும்

[சந்திரனுடைய ஓர் பாதி எப்போதும் சூரிய ஒளியைப் பெற்ற போதிலும் புவியிலிருந்து காணப்படும் தோற்றம் நாளுக்கு நாள் வேறுபடுகிறது.]

களின் மொத்த நிறை புவியின் நிறையோடு ஒப்பிடும்போது மிகக் குறைவாக உள்ளது. சிறு கோள்கள் பெரும்பாலும் மற்ற கோள்கள் சுற்றும் தளத்திலேயே சூரியனைச் சுற்றுகின்றன. சில, புவிக்கு மிக அண்மையில் வந்து புவியின்மேல் விழக்கூடும். புவியின்மேல் விழும் விண்கற்கள் சிறுகோள்களின் துகள்களாக இருக்கக்கூடும்.

**எரிமீன்கள்**

எரிமீன்கள் விண்மீன்களிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. எரிமீன்கள் ஆகாயத்தில் திடீரென்று தோன்றி மறையும் ஒளிக் கோடுகள் ஆகும். வினாடிக்கு 40 முதல் 50 கி.மீ. வேகத்தில் இவை வளிமண்டலத்தின் வழியாகச் செல்கின்றன. இதனால் இதன் பாதையிலுள்ள காற்று மின் ஆற்றலைப் பெற்று அயான்களாக மாறுகிறது. இதன் விளைவாக எரிமீன் செல்லும் பாதையில் ஒளி தோன்றுகிறது. ஒவ்வொரு நாளும் மில்லியன் கணக்கில் எரிமீன்கள் வளிமண்டலத்தின் வழியாகச் செல்கின்றன. இவை பெரும்பாலும் வெப்பத்தினால் ஆவியாகி விடுகின்றன; புவிப்பரப்பை வந்து அடைவதில்லை. எரிமீன்களின் வீழ்ச்சியினின்றும் புவிப்பரப்பை வளி மண்டலம் பாதுகாக்கின்றது.

**விண்கற்கள்**

பெரிய அளவுடைய எரிமீன்கள் வளிமண்டலத்தின் வழியாக விழும் போது முற்றிலும் எரிந்து ஆவியாகி விடுவதில்லை. புவிப்பரப்பில் திடப் பொருள்களாக விழுகின்றன. இவை விண்கற்கள் எனப்படும். அண்ட வெளியில் உள்ள பொருள்களைப் பற்றி அறிய இவை உதவுகின்றன. சில விண்கற்கள் பெரும்பாலும் இரும்பால் ஆனவை. மற்றும் சில காரவகைத் தீப்பாறையைப் போன்றவை. ஒவ்வொரு நாளும் மில்லியன் கணக்கில் விண்கற்கள் புவியின்மேல் விழுகின்றன. இதன் விளைவாகப் புவியின் எடை ஆண்டுக்கு சராசரி 2 மில்லியன் டன் அளவுக்கு அதிகரிக்கிறது.

பெரிய விண் கற்கள் புவியின் பரப்பில் விழுவதால் பள்ளங்கள் தோன்றுகின்றன. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் அரிசோனா மாநிலத்தில் உள்ள மீடியார்க் ரேடர் (Meteor Crater) சிறந்த சான்று ஆகும். 1948 ஆம் ஆண்டு சைபீரியாவிலுள்ள மக்கள் குடியிருப்பில்லாத மலைச்சரிவின்மேல் பல விண் கற்கள் விழுந்தன.

**வால்மீன்கள்**

வால்மீன்கள் எரிமீன்களிலிருந்து பல வகைகளில் வேறு படுகின்றன. எரிமீன்களைப் போல் வால்மீன்களை ஆகாயத்தில் அடிக்கடி காணமுடிவதில்லை. எரிமீன்கள் ஆகாயத்தில் திடீரென்று சில விநாடிகள் ஒரு கோடுபோல் தோன்றி மறைந்து விடுகின்றன. வால்மீன்கள் பெரியவை; மற்றும் ஆகாயத்தில் தொடர்ச்சியாகப் பல வாரங்களோ மாதங்களோ காணப்படு கின்றன. வால்மீன்கள் எரிமீன்களைக் காட்டிலும் மிகப் பெரியவை. வால்மீன்களுக்கு குறிப்பிட்ட பெரிய தலைப்பகுதியும், நீண்ட வாலும் உண்டு. இவ்வால்மீன்களின் தலைப்பகுதியின் விட்டம் 1,00,000 கி.மீ. அளவுக்கும் வாலின் நீளம் சில மில்லியன் கி. மீ. அளவுக்கும் இருக்கும்.

எரிமீன்களைப் போல் திடமான பொருளைக் கொண்டவை வால்மீன்கள் ஆகும். அத் திடப் பொருளைச் சுற்றி உறைந்த அமோனியா மீதேன் மற்றும் பனிக்கட்டி அடுக்கு இருக்கும். கோள்களைப் போல் அல்லாமல் வால்மீன்களின் பாதை நீண்டதாக இருக்கிறது. வால்மீன்கள் சூரியனை நெருங்கி வரும்போது, அதன்மேல் உறைந்துள்ள வாயுக்கள் திடீரென்று வெடித்து ஆவியாகிவிடுகின்றன. இவை அண்டவெளியில் சிதறி வால்போல் காணப்படுகின்றன. வால்மீனுடைய நீண்ட வால் பொதுவாகச் சூரியனுக்கு எதிர்த்திசையில் நீண்டு இருக்கும். இதற்குக் காரணம் சூரியனிடமிருந்து வெளிப்படும் கதிர்வீச்சின் அழுத்தம் ஆகும். சில வால்மீன்கள் முறையாக குறிப்பிட்ட ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை தோன்றுகின்றன. மற்றும் சில அவ்வாறு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் தோன்றுவதில்லை. குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் தோன்றும் வால்மீன்களில் ஹாலி (Halley) வால்மீன் சிறந்தது ஆகும். இது 76 ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை தோன்றுகிறது. கி.மு. 240.லிருந்து இந்த வால்மீனுடைய தோற்றம் தொடர்ச் சியாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த வால்மீன் அடுத்து 1986 ஆம் ஆண்டு தோன்றும்.

**புவி**

பேரண்டத்தில் புவிக் கோளத்தைக் குறிப்பிடவேண்டு மானால், பேரண்டத்திலுள்ள பல மில்லியன் காலாக்ஸிகளில், பால்வழி காலாக்ஸியை முதலில் தேடவேண்டும். இக் காலாக்ஸியைக் கண்டதும் அதிலுள்ள பல மில்லியன் விண் மீன்களில் சூரியனைக் காணவேண்டும். இது எளிதான காரியம்

அல்ல. ஏனெனில், இக் காலாக்ஸியிலுள்ள விண் மீன்களில் சூரியன் மிகப் பெரியதும் அல்ல; மிகப் பிரகாசிப்பதும் அல்ல. சூரியனைக் கண்டுபிடித்ததும், புவிக்கோளம் சூரியனிடமிருந்து 150 மில்லியன் கி.மீ. தொலைவிலுள்ள மூன்றாவது கோள் ஆகும்.

புவிக்கோளம் பலவகைகளில் சிறப்புடையது. மிகச் சிறந்த அம்சம் என்னவெனில் மனிதனும் மற்ற உயிரினங்களும் வசிக்கத் தக்கதாக இது உள்ளது. இங்குள்ள சாதகமான சூழ்நிலையின் காரணமாகப் புவியில் பல உயிரினங்கள் தோன்றி வளர்ச்சி அடைவது சாத்தியமாகி உள்ளன. சூரியனிடமிருந்து புவியின் தொலைவு, மிக அதிக வெப்பத்தையோ கடும் குளிர்ச்சியையோ ஏற்படுத்துவதில்லை. வெப்பநிலை வேறுபாடுகள் மிகுதியாக இல்லை. ஆகையால், வெப்பம் மிதமாக உள்ளது. புவியின் தன்னைத்தானே சுழற்றும் காலம் குறைவாக உள்ளதால், பகலுக்கும் இரவுக்கும் இடையில் வெப்பநிலை வேறுபாடு அதிகம் இல்லை. புவிக்கோளம் இப்போது இருப்பதைப்போல அல்லாமல் மெதுவாகச் சுற்றினால் பகலுக்கும் இரவுக்கும் இடையே வெப்ப வேறுபாடு மிகுதியாய் இருக்கும். வளிமண்டலமும் கடல்களும் இருப்பதினாலும்கூட வெப்ப வேறுபாடுகள் குறைவாக உள்ளது. கடும் வெப்பமும் கடுங்குளிரும் காணப்படுவதில்லை.

புவிக் கோளம் ஆக்ஸிஜன் மிகுதியாக உள்ள வளி மண்டலத்தைப் பெற்றிருப்பது ஓர் சிறப்பு ஆகும். ஆக்ஸிஜன் புவிப் பரப்பில் எல்லா உயிரினங்களுக்கும் அடிப்படையாக உள்ளது. வளிமண்டலம் புவிக்கோளத்திற்கு ஒரு போர்வைபோல அமைந்துள்ளது. சூரியனிடமிருந்து வரும் புற ஊதாக்கதிர்களைப் புவிப் பரப்பிற்கு வராமல் தடுத்துவிடுகிறது. இரவுக் காலங்களில் புவிப்பரப்பிலிருந்து வெப்பம் வெளிப்படாமல் தடுக்கிறது. வளிமண்டலத்தில் ஏற்படும் சுழற்சியின் விளைவாக வெப்பம் பரவி, அதிக வெப்பம் மற்றும் கடுங்குளிர் ஏற்படுவதைத் தடுக்கிறது.

புவிக் கோளத்தின் மற்றொரு சிறப்பு அதன் பரப்பிலுள்ள கடல்களில் இருக்கும் நீர் ஆகும். நீர், திட, திரவ, வாயுநிலைகளில் இருக்கும் வகையில் புவியின் வெப்பநிலை அமைந்துள்ளது. கடல்களைத் தவிர, ஆறுகளிலும், ஏரிகளிலும், இதர நீர்நிலைகளிலும் நிலத்தில் நீர் காணப்படுகின்றது. உயர்ந்த மலைப்பகுதிகளிலும், துருவப் பிரதேசங்களிலும் நீர் உறைந்து பனியாகவும் பனிக்கட்டியாகவும் உள்ளது. நீர் ஆவியாக வளிமண்டலத்தில் உள்ளது. நீர் மிகுந்து உள்ளதால் புவிக்கோளத்தில் உயிரினங்கள் மிகுந்து காணப்படுகின்றன.

**புவியின் உருவமும் அளவும்**

மற்றக் கோள்களைப்போல புவியும் கோள உருவம் உடையது. சுழற்சியினால் பூமத்திய ரேகைப்பகுதியில் மிக அதிக விசையின் விளைவாகப் புவிக்கோளம் சிறிது புடைத்துள்ளது. பூமத்திய ரேகையின் ஆரம் (6378 கி.மீ.) துருவப்பகுதியின் ஆரத்தைக் (6356 கி மீ.) காட்டிலும் சிறிது மிகுதியாக உள்ளது. புவியின் மொத்த அளவைக் கொண்டு பார்த்தால் இவ்வேறுபாடு மிகச் சிறியது. ஆகையால் புவியை ஒரு கோளமாகக் கருதலாம். புவியின் உருவம் ஓரளவு மாற்றமடைந்த கோளம் எனக் கூறலாம். புவியின் சுற்றளவு ஏறக்குறைய 40,000 கி.மீ. ஆகும். துருவத்திலிருந்து பூமத்திய ரேகைவரை உள்ள தொலைவு 10,000 கி.மீ. ஆகும். சூரியனுக்கு அண்மையிலுள்ள நான்கு கோள்களில் புவி மிகப் பெரியது.

புவியின் கோள உருவத்தை எடுத்துக் காட்டும் சான்றுகள் உனக்கு முன்பே தெரிந்திருக்கும். செயற்கைக் கோள்களினால் அண்ட வெளியைப்பற்றி ஆராய்ந்ததில் புவி கோள வடிவ முடையது என்பது ஐயமின்றி நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. சந்திரனிலிருந்து பார்த்த புவியின் தோற்றமும், அண்ட வெளி யிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட புகைப்படங்களும் கோள வடிவைக் காட்டுகின்றன.

**புவியின் அசைவுகள்**

புவிக்கோளம் தன் அச்சின்மேல் சுழன்றுகொண்டே சூரியனைச் சுற்றி வருகிறது. மேற்கிலிருந்து கிழக்காகச் சுழல்வதால் சூரியன், சந்திரன், மற்றும் விண்மீன்கள் கிழக்கிலிருந்து மேற்காக—அதாவது சுழலும் திசைக்கு எதிர்த்திசையில்—நகர்வதாகத் தெரிகிறது. ஒரு சுழற்சிக்கு 23 மணி 56 நிமிடங்கள் ஆகின்றது. புவியின் சுழற்சியால் அடுத்தடுத்துப் பகலும் இரவும் தோன்றுகின்றன. ஏனெனில் புவிக்கோளத்தின் ஒரு பாதிதான் ஒரு சமயத்தில் சூரிய ஒளியைப் பெறுகிறது. புவியின் சுழற்சியினால் புவியில் வெவ்வேறு இடங்களில் கால அளவு வேறுபடுகிறது.

புவிக்கோளம் நீள்வட்டப் பாதையில் சூரியனைச் சுற்றுகிறது. புவிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு 146 மில்லியன் கி.மீ.-லிருந்து 151 மில்லியன் கி.மீ. வரை வேறுபடுகிறது. புவி சுற்றும் பாதையில் உள்ள எல்லா இடங்களையும் சூரியனையும் இணைக்கும் தளம், பாதைத்தளம் எனப்படும். புவியின் அச்சு அதன் பாதைத்தளத்திற்கு $66\frac{1}{2}^\circ$ கோணத்திலும் செங்குத்துத்

தளத்திற்கு $23\frac{1}{2}°$ கோணத்திலும் அமைந்து உள்ளது. சூரியனைச் சுற்றி ஒரு முறை வருவதற்கு சுமார் $365\frac{1}{4}$ நாட்கள் ஆகின்றன.

**புவியின் அமைப்பு**

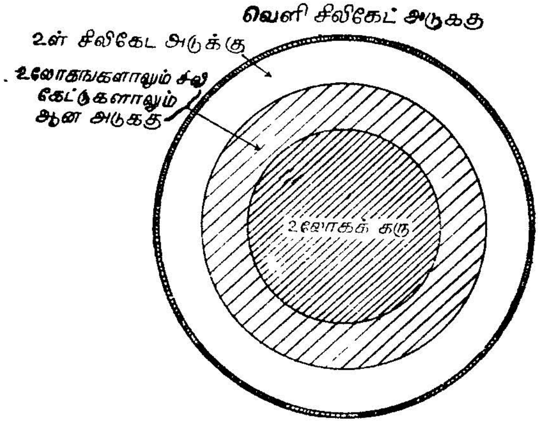
எரிமலைகளின் செயல், புவி அசைவுகள், மற்றும் புவி அதிர்ச்சிகளைப்பற்றி அறிந்துகொள்ள புவியின் அமைப்புப்பற்றிய அறிவு இன்றியமையாதது ஆகும். மிக ஆழமான துளைகள், சில கி.மீ.க்கு அதிகம் இல்லாததால் புவியின் உள் அமைப்பைப் பற்றி நேரடியாகத் தெரிந்துகொள்ள சான்றுகள் இல்லை. புவியின் பரப்பிற்குக் கீழே சராசரி 32 மீட்டர் ஆழத்திற்கு 1° செ. வீதம் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது என்பது தெரியும். இவ்விகிதத்தில் புவிப் பரப்பினின்றும் சில கிலோ மீட்டர் ஆழத்திலேயே வெப்பநிலை புவிப்பரப்பிலுள்ள பல பொருள்களின் உருகுநிலையைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கும். வெப்பநிலை அதிகரிப்பதோடு ஆழத்திற்கு ஏற்ப அழுத்தமும் அதிகரிக்கின்றது. இவ்வகையில் அதிக வெப்பமும் அழுத்தமும் ஆய்வுக் கூடங்களில் உருவாக்க முடியாது. புவியின் உள் அடுக்குகளில் உள்ள பொருள் சில சூழ்நிலைகளில் திடப்பொருளாகச் செயல்படுகிறது என்று தெரிகிறது.

புவிப்பரப்பில் எங்கு ஆழமான வெடிப்பு, பிளவு இருக்கிறதோ அங்கு அழுத்தம் குறைவதால் பொருள் திரவமாகி, பிளவின் வழியாகப் புவிப்பரப்பை அடைகின்றது. இத்தகைய செயல் எரிமலைகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. புவியின் உள் அடுக்குகளில் ஏற்படும் செயல்முறைகள் புவி அசைவுகளையும், புவி அதிர்ச்சிகளையும் தோற்றுவிக்கின்றன. புவியின் உள் அடுக்குகளில் வெப்பநிலை, அழுத்தம், அடர்த்தி போன்ற பௌதீகத் தன்மையில் மாற்றங்கள் ஏற்படுவதோடுகூட இரசாயனத் தன்மையிலும் மாற்றங்கள் உள்ளன.

புவியின் வழியாகச் செல்லும் புவியதிர்ச்சி அலைகளைப்பற்றிய விவரங்களிலிருந்து புவியின் உள் அடுக்குகளைப் பற்றிய விவரங்களை அறிய முடிகிறது. புவிக்கோளம் ஒன்றுக்கொன்று இணையான மைய வட்ட அடுக்குகளைக் கொண்டது என்று கூறலாம். இவ்வடுக்குகளின் அடர்த்தி, புவிப்பரப்பிலிருந்து மையம் வரை படிப்படியாக அதிகரிக்கிறது.

புவியின் மேற்பரப்பிலுள்ள வெளி அடுக்கு மேலோடு (Crust) எனப்படும். மேலோட்டின் சராசரிப் பருமன் 60 கி.மீ. மேலோடு கண்டங்களின் அடியில் பருத்ததாகவும், கடல்களின் அடியில் மெலிந்ததாகவும் காணப்படுகிறது. இரசாயனத்

தன்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டு மேலோடு பொதுவாக இருபிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. மேலேயுள்ள குறைந்த அடர்த்தியுள்ள அடுக்கு சியால் (Sial) எனப்படும். சியால் அடுக்கு அலுமினியம் போன்ற இலேசான உலோகங்களின் சிலிகேட்டுகளால் ஆனது. கண்டங்கள் சியால் அடுக்கால் ஆனவை. இதற்கு அடியில் சீமா (Sima) அடுக்கு உள்ளது. இந்த அடுக்கில் மெக்னீசியம் போன்ற கனமான உலோகங்களின் சிலிகேட்டுகள் உள்ளன.




படம் 3.6

**புவியின் அமைப்பு :** 1. மேலோடு—மேலேயுள்ள ஸிலிகேட்டு அடுக்கு.

2. உள்ளடுக்கு—கீழுள்ள ஸிலிகேட்டு அடுக்கும் மற்றும் உலோகங்களும் ஸிலிகேட்டுகளும் கலந்த அடுக்கு.

3. மையப் பகுதி.

சீமா அடுக்கு கடலடித்தளத்தில் காணப் படுகிறது. புவியின் மேலோட்டின் சராசரி அடர்த்தி 3.0-க்கும் குறைவாக இருக்கும்.

புவியின் மேலோட்டிற்குக் கீழே ஒரு பருமனை அடுக்கு உள்ளது. இது உள்ளடுக்கு (Mantle) எனப்படும். இந்த அடுக்குபுவிப்பரப்பிலிருந்து 2900 கி.மீ. ஆழம் வரை பரவி உள்ளது. இந்த உள்ளடுக்கு உலோகங்களும் சிலிகேட்டுகளும் சேர்ந்த கலவையாகும் உலோகத்தின் அளவு ஆழத்திற்கு ஏற்ப அதிகரிக்கிறது. இந்த அடுக்கின் அடர்த்தி ஆழத்திற்கு ஏற்ப 4.5 முதல் 5.5 வரை வேறுபடுகிறது.

புவியின் மையப்பகுதி (Core) 2900 கி.மீ. ஆழத்திற்கு அப்பால் உள்ளது. மையப்பகுதியில் இரும்பும் நிக்கலும் சேர்ந்த உலோகக் கலவை இருப்பதாகக் கருதுகிறார்கள். மையப் பகுதியின் சராசரி அடர்த்தி 11.0 ஆகும். புவியின் உலோகங்களாலான மையப் பகுதி, புவியின் காந்தத் தன்மைக்குக் காரணமாயிருக்கக்கூடும்.

## பயிற்சி

**சுருக்கமாக விடையளிக்கவும்:**

1. பேரண்டத்தில் காணப்படும் முக்கியமான பொருள்கள் யாவை ?
2. ''புவி மத்தியக்'' கொள்கைக்கும் ''சூரிய மத்தியக்'' கொள்கைக்கும் இடையே உள்ள வேற்றுமையை விவரிக்கவும்.
3. ஒளி ஆண்டு என்றால் என்ன ?
4. காலாக்ஸிகள் எவை ?
5. பால்வழி காலாக்ஸியை விவரிக்கவும்.
6. ஞாயிற்றினுள் நடைபெறும் செய்முறைகள் எத்தகையவை ?
7. அண்மையிலுள்ள கோள்களுக்கும் தொலைவிலுள்ள கோள்களுக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடுகளை விவரிக்கவும்.
8. ஞாயிற்றினிடமிருந்து தொலைவுக்கு ஏற்ப வரிசைப் படுத்திக் கோள்களைக் கூறுக.
9. துணைக் கோள்கள் பற்றிச் சிறு குறிப்பு வரைக.
10. சிறு கோள்கள் எவை ? எங்கு காணப்படுகின்றன ?
11. எரிமீன்களுக்கும் வால்மீன்களுக்கும் இடையேயுள்ள வேற்றுமையை விவரிக்கவும்.
12. விண்கற்கள் எவை ?
13. பேரண்டத்தில் புவியின் இருப்பிடத்தை எவ்வாறு குறிப்பிடுவாய் ?
14. மேலோட்டிற்கும் உள்ளடுக்கிற்கும் இடையேயுள்ள வேற்றுமையை விவரிக்கவும்.

**விரிவாக விடையளிக்கவும்:**

1. பேரண்டத்தைப்பற்றி அறிந்துகொள்ளப் பயன்படும் வெவ்வேறு முறைகளை விவரிக்கவும்.
2. புவியின் துணைக்கோளான சந்திரனைப்பற்றிக் கட்டுரை வரைக.
3. புவி எவ்வகையில் ஒரு தனிப்பட்ட கோள் என்று கருதலாம் ?
4. புவியின் உள் அமைப்பை விவரிக்கவும்.

# 4. மாறும் நிலத்தோற்றங்கள்—I

சில சதுரமீட்டர்கள் பரப்புடைய சிறிய பிரதேசங்களைத் தவிர, நிலத்தின் பரப்பு ஒரே தன்மையுடையதாக இல்லை. கடல் மட்டத்திற்குமேல் நிலத்தின் உயரம் மற்றும் நிலத்தின் சரிவு இடத்திற்கு இடம் வேறுபடுகின்றது. இமயமலை போன்ற உயர்ந்த மலைத்தொடர்கள் 8000 மீட்டர்க்குமேல் உயர்ந்த மலையுச்சிகளை உடையவை. ஜார்டன் (Jordan) ஆற்றுப் பள்ளத் தாக்குப் போன்ற சில நிலப்பகுதிகள் கடல் மட்டத்திற்குச் சில கி.மீ. கீழே உள்ளன. நிலத்தின் சரிவில் தட்டையான வண்டல் சமவெளிகளிலிருந்து செங்குத்துச் சரிவுடைய மலைத்தொடர்கள், மற்றும் கடற்கரை ஓங்கல்கள் வரை வேறுபாடுகளைக் காணலாம். உயரம் மற்றும் சரிவிலுள்ள வேறுபாடுகளின் மாற்றங்களை, மலைத்தொடர்கள், பீடபூமிகள், சமவெளிகள், குன்றுத் தொடர்கள், பள்ளத்தாக்குகள் முதலிய நிலத்தோற்றங்களில் காணலாம்.

நிலத்தோற்றங்கள் மாறுவதில்லை; பெரும்பாலும் நிலையானவை என்று பொதுவாகக் கருதப்படுகின்றது. ஆனால் வளி மண்டலத்திலும் நீர் மண்டலத்திலும் எவ்வாறு மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றனவோ, அவ்வாறே நிலத்தோற்றங்களும் மாறுந் தன்மையுடையவை. சான்றாக, சில நேரங்களில் எரிமலை கக்குதல், புவியதிர்ச்சிகள், வெள்ளம் முதலியவைகளினால் நிலத் தோற்றங்கள் திடீரென்று மாறுகின்றன. இத் திடீர் மாற்றங்களை நாம் உணர முடிகிறது. நமக்கு எளிதில் புலப்படாத மற்றொரு வகையான மாற்றம் ஆறுகள் போன்ற வேறு செய் முறைகளினால் நிலம் அரிக்கப்படுவது ஆகும். புவியின் மேலோட்டிலுள்ள பொருள்கள் பல செய்முறைகளுக்கு உட்படு வதால் காலக் கழிவில் நிலத்தோற்றங்களில் மாற்றங்கள் ஏற்படு கின்றன. ஆகையால், முதலில் புவியின் மேலோட்டிலுள்ள பொருள்களின் தன்மைகளைப்பற்றி ஆராய்வோம்.

### புவியின் மேலோட்டிலுள்ள பொருள்கள்

உள்ளடுக்கு மையப் பகுதியைக் காட்டிலும், புவியின் மேலடுக்குக் குறைந்த அடர்த்தி உடையது என்று முன் பாடத்தில் கவனித்தோம். இவ்வாறு இருப்பதற்குக் காரணம் கனமான உலோகங்களைக் காட்டிலும், இலேசான தனிமங்கள் மிகுதியாக இருப்பதுதான். புவியின் மேலோட்டில் மிகுதி

யாக உள்ள பொருள்கள் ஆக்ஸிஜன் (46.6% எடையில்) மற்றும் சிலிகான் (29.7%) ஆகும். மற்றவை அளவிற்கு ஏற்ப அலுமினியம் (8.5%), இரும்பு (5%), கால்சியம்(3·6%), சோடியம் (2.8%), பொட்டாசியம் (2.6%) மற்றும் மெக்னீசியம் (2.1%) ஆகும். புவியின் மொத்த எடையில் மிக அதிகமாக உள்ள இரும்பு மேலோட்டில் குறைந்த அளவில் காணப்படுவது நமக்குப் புலப்படுகிறது. புவிப் பரப்பில் உயிரினங்களின் சூழ் நிலையைப் பொறுத்தவரை மேலோட்டின் இரசாயனத் தன்மை முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. புவியின் மேலோடு மண் அமை வதற்கும், படிவுகள் தோன்றுவதற்கும், கடலில் உப்புச் சேர் வதற்கும் அடிப்படையாக உள்ளது. புவியின் மேலோட்டில் கால்சியம், சோடியம், பொட்டாசியம், மற்றும் மெக்னீசியம் ஓரளவிற்கு மிகுந்து இருப்பது தாவர வளர்ச்சிக்கு முக்கியமாக இருக்கிறது. சூழ்நிலை முக்கியத்துவம் வாய்ந்த எல்லாப் பொருள்களும் பெரும்பாலும் புவியின் மேலோட்டில் இருந்து தான் கிடைக்கிறது.

**பாறைகள்**

புவியின் மேலோடு பல வகையான பாறைகளாலானது. பாறை என்ற சொல் கடினமான 'க்ரானைட்டு' (Granite) போன்ற தையும் மணல், களிமண் மற்றும் சிறு துகள்களையும் குறிக் கின்றது. பாறைகள் படிகங்களின் கூட்டங்களாலானவை. இரசாயனத்திலும், பௌதீகத் தன்மைகளிலும், தோன்றிய காலங்களிலும் பாறைகள் அதிகமாக வேறுபடுகின்றன.

இயற்கையாகத் தோன்றுவதும், மற்றும் குறிப்பிட்ட இரசாயன மற்றும் பௌதீகத் தன்மைகளினால் எளிதில் கண்டறியக்கூடியதுமான பொருள் தாதுப்பொருள் (Mineral) எனப்படும். தாதுப் பொருள் உயிரற்ற பொருள் ஆகும். புவியின் மேலோட்டில் ஆக்ஸிஜனும் சிலிகானும் (Silicon) மிகுந்து இருப்பதால், குவார்ட்ஸ் (Quarts: சிலிகான் டைஆக்ஸைடு) தான் மிக அதிகமாகக் காணப்படும் தாதுப் பொருள் ஆகும். சிலிகேட் தாதுப் பொருள்களில், சான்றாக, பெல்ட்ஸ்பார் (Feldspar), மைக்கா, சிலிகான், ஆக்ஸிஜன் மற்றும் ஒன்று அல்லது இரண்டு உலோகங்கள் உள்ளன. பாறைகளில் சிலிகேட் தாதுப் பொருள் கள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. கால்ஸைட், டாலமைட் போன்ற கார்பனேட் தாதுப் பொருள்களும், ஜிப்ஸம் போன்ற சல்பேட்டுத் தாதுப் பொருள்களும், கல்லுப்புப் போன்ற க்ளோரைட் தாதுப் பொருள்களும், தாதுப் பொருள்களின் மாதிரிகளாகும். புவியின் மேலோட்டில் 2000க்கும் அதிகமான

தாதுப் பொருள்கள் உள்ளன என்று தெரிகிறது. இவை வெவ்வேறு விகிதங்களில் சேர்ந்து பல பாறை வகைகளாகின்றன. ஆகையால், தாதுப் பொருள்களைப் போல் பாறைகள் குறிப்பிட்ட இரசாயனத் தன்மை கொண்டவை அல்ல எனலாம்.

அவை தோன்றும் வகையைக் கொண்டு பாறைகளை மூன்று முக்கிய வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். உருகிய மேக்மா (Magma) குளிர்ச்சியடைந்து கெட்டியாவதால் தோன்றிய பாறைகள் **தீப்பாறைகள்** ஆகும். பொதுவாகக் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே அடுக்குகளாகப் படிவுகள் படிவதால் தோன்றியவை **படிவும் பாறைகள்** எனப்படும். மற்றப் பாறைகள் அதிக வெப்பத்தாலோ, அழுத்தத்தாலோ மாறிவிடுவதால் தோன்றியவை **மாற்றுருப் பாறைகள்** ஆகும்.

**தீப்பாறைகள்**

உருகிய பாறைக்குழம்பு குளிர்ச்சி அடையும்போது தோன்றிய தாதுப் பொருள்களின் படிகங்களாலானவை தீப்பாறைகள் ஆகும். பாறைக்குழம்பு புவிப்பரப்பை அடைந்தால், அது திடீரென்று குளிர்ச்சி அடைந்து அப் பாறைகளில் சிறிய அளவுடைய படிகங்கள் தோன்றுகின்றன. இத்தகைய பாறைகள் எரிமலைப் பாறைகள் அல்லது வெளியே உருவான (Extrusive) பாறைகள் எனப்படுகின்றன. சான்றாக, எரிமலைப் பிரதேசங்களில், அதிக ஆழத்திலிருந்து மேக்மா புவிப்பரப்பை அடைவதால் இவ்வாறு திடீரென்று குளிர்ச்சி அடைகிறது. பேசால்ட் (Basalt) பாறை எரிமலைப் பாறைக்கு ஒரு சான்று ஆகும்.

புவிப்பரப்பிற்குக் கீழேயும்கூடப் பாறைக்குழம்பு குளிர்ச்சி அடைந்து கெட்டியாகலாம். இத்தகைய இடங்களில் பாறைக்குழம்பு மெதுவாகக் குளிர்ச்சி அடைவதால் பெரிய அளவுடைய படிகங்கள் தோன்றுகின்றன. இப்பாறைகள் ப்ளூடானிக் (Plutonic) அல்லது உள்ளே உருவான (Intrusive) பாறைகள் எனப்படும். க்ரானைட்டு (Granite) பாறை இத்தகைய பாறைக்குச் சான்று ஆகும்.

பாறைகள் தோன்றிய பாறைக்குழம்பின் இரசாயனத் தன்மையைக் கொண்டு தீப்பாறைகளை அமிலப் பாறைகள் மற்றும் காரப் பாறைகள் என்று இரு பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தலாம். அமிலப் பாறைகள் குறைந்த அடர்த்தி உடையவை; வெளிறிய நிறம் கொண்டவை. குவார்ட்ஸ், பெல்ட்ஸ்பர் போன்ற தாதுப் பொருள்களை மிகுதியாகக் கொண்டவை. காரப்பாறைகள்

அடர்த்தி மிகுந்தவை. அழுந்திய நிறமுடையவை, மைக்கா, ஹார்ன்ப்ளெண்ட்டி (Hornblende) பைராக்ஸின் (Pyroxene) போன்ற கனமான தாதுப் பொருள்களை அதிக அளவு கொண்டவை.

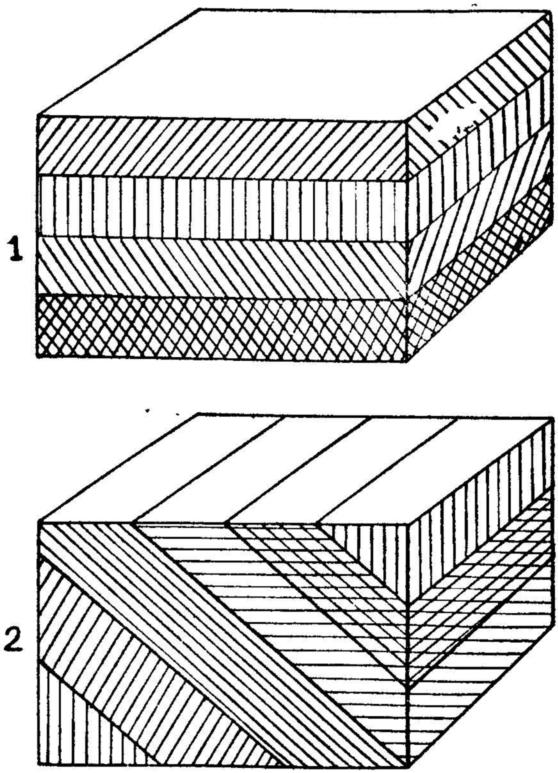
**படிவுப் பாறைகள்**

கடல் மற்றும் ஆறுகள், ஏரிகள் போன்ற நீர்நிலைகளின் அடித்தளத்தில் படிவுகள் சேர்வது மெதுவாக நிகழ்வதால், படிவுப் பாறைகள் தோன்றுவது மெதுவாக நிகழும் ஒரு செய் முறை ஆகும். இப் படிவுகள் சிறு துகள்களாலானவை. எனினும் படிவுகளினிடையே இருக்கும் சுண்ணும்புப் போன்ற சாந்துப் பொருள்களினுலோ, மேலே படிந்துள்ள படிவுகளின் அழுத்தத் தாலோ இத்துகள்கள் ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டு கெட்டி யான பாறைகளாகின்றன. படிவுகள் நீர்நிலைகளில் படிந்துவிடுவ தால், அவை அளவிற்கு ஏற்பப் பிரிந்து படிவாகின்றன. படிவுப் பாறைகள் நிறத்திலோ, அளவிலோ, வேறுபட்ட பொருள்களைக் கொண்ட குறிப்பிட்ட அடுக்குகளாலானவை. ஆகையால் இப் பாறைகள் அடுக்குப் பாறைகள் (Stratified) எனப்படும்.

படிவுகளின் தன்மையைக் கொண்டு இப்பாறைகள் வகைப் படுத்தப்படுகின்றன. ஆறுகள், பனியாறுகள், காற்று, அலைகள் முதலியவைகளால் நிலம் அரிக்கப்படுவதால் தோன்றும் படிவுகள் ஒருவகையைச் சார்ந்தவை. பரல், மணல், களிமண் முதலியவை இப்படிவுகளின் வகைகள் ஆகும். பரல் படிவுகளி லிருந்து தோன்றும் பாறை பரற்பாறை எனப்படும்; மணல் படிவுகள் மணற்பாறையாக மாறுகின்றன; களிமண் படிவுகள் களிமண் பாறையாகின்றன. தாவர மற்றும் பிராணி உயிரினங் களின் எச்சங்களைக் கொண்ட உயிரினப் படிவுகளாலும் படிவுப் பாறைகள் தோன்றலாம். கடல் வாழ் உயிரினங்களின் ஓடுகள் மற்றும் முருகைப்பார் முதலியவைகளிலிருந்து சுண்ணும்புப் பாறை தோன்றுகிறது. நிலக்கரியும் லிக்னைட்டும் தாவரங்களின் எச்சங்களிலிருந்து தோன்றும் படிவுப்பாறைகளுக்குச் சிறந்த சான்றுகளாகும். உவர்நீர் ஆவியாதலால் தோன்றிய இரசாயனப் படிவிலிருந்து உருவான படிவுப் பாறை கல்லுப்பு ஆகும்.

ஓர் இடத்தில் காணப்படும் படிவுப்பாறையின் வகை அந்த இடத்தில் படிவுகள் படிவாகிய காலத்தின் சூழ்நிலைகளை எடுத்துக் காட்டுகிறது. பாறையின் காலம் படிவுகளின் இடையே உள்ள தாவர மற்றும் பிராணி உயிரினங்களின் எச்சங்களைக் கொண்டு மதிப்பிடப்படுகிறது. இவ்வாறு படிவாகியுள்ள தாவர பிராணி

களின் எச்சங்கள் ஃபாஸில்கள் (Fossils) எனப்படும். ஃபாஸில் களின் வகைகளைப்பற்றிய அறிவிலிருந்து புவியின் வரலாறு தெரிய வந்துள்ளது. புவிப்பரப்பில் படிவுப் பாறைகள் அதிகமான பரவலைக் கொண்டுள்ள போதிலும், அவை படிவாகியபோது இருந்த நிலையிலேயே இப்போதும் காணப்படுவதில்லை. அவை படிவாகும்போது பொதுவாக இடை அடுக்குகளாகப் படிவா கின்றன. ஆனால் நிலப்பரப்பில் காணப்படும் பெரும்பாலான




படம் 4. 1.

படிவுப் பாறைகள்

1. கிடை அடுக்குகள் 2. சாய்ந்த அடுக்குகள்

படிவுப் பாறைகள் இடைநிலையிலிருந்து மாற்றத்துடன் காணப் படுகின்றன. புவியின் மேலோட்டில் உள்ள அடுக்குகளின் அசை வால் இப்பாறைகள் சாய்ந்தும் மடிந்தும் நகர்ந்தும் உள்ளன.

**மாற்றுருப் பாறைகள்**

முன்பு இருந்த பாறைகளின் மாற்றங்களினால் தோன்றியவை ஆகையால் மாற்றுருப் பாறைகள், மாற்றப்பட்ட பாறைகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. அதிக வெப்பத்தினால் மாற்றப் படக்கூடும். சான்றுக பாறைக்குழம்பு குறுகிய பிளவின் வழியாகப் பரப்பை நோக்கி வரும்போது, பாறைக் குழம்பின் வெப்பக் கடத்தலினால் பிளவை அடுத்துள்ள பாறைகள் சூடாக்கப்படு கின்றன. உயர்ந்த வெப்பத்தினால் சில தாதுப் பொருள்கள் உருகிவிடுகின்றன. இரசாயன மாற்றத்தினால் புதிய தாதுப் பொருள்கள் தோன்றக்கூடும். முன்பிருந்தவாறு மாற்றியமைக் கப்பட்டுப் புதிய பாறை தோன்றுகிறது. இதே வகையில் மடித்தல், மற்றும் புவி அசைவுகளுக்கு உட்படும்போது பாறைகள் அதிக அழுத்தத்திற்கு உட்பட்டு உருமாறிப் புதிய பாறைகள் தோன்றுகின்றன.

தீப்பாறைகள் அல்லதுபடிவுப் பாறைகளிலிருந்து மாற்றுருப் பாறைகள் தோன்றக்கூடும். மாற்றுருப்பாறை எத்தகைய பாறையிலிருந்து தோன்றியது என்பது எளிதில் கண்டறிய முடியாது. மாற்றுருப் பாறைகளில் பொதுவாக வெவ்வேறு தாதுப்பொருள்கள் வரிசையாக அமைந்திருப்பதைக் காணலாம். இது பார்ப்பதற்கு படிவுப் பாறைகளின் அடுக்குகளைப்போலக் காணப்படும். மாற்றுருப்பாறைகள் படிகங்களாலானவை படிவுப் பாறைகள் படிகங்களாலானவை அன்று.

க்ரானைட்டு என்ற தீப்பாறை நைஸ்(Gneiss) என்ற மாற்றுருப் பாறையாக மாறுகிறது. களிமண் பாறை பலகைக்கல்லாகவும் சுண்ணும்புப் பாறை சலவைக்கல்லாகவும், மணற்பாறை குவார்ட்சைட் (Quartzite) டாகவும் உருமாறுகின்றன. அவை தோன்றிய பாறைகளைக் காட்டிலும், மாற்றுருப்பாறைகள் அதிக அரிபடாத தடைத்தன்மை பெற்றவை எனலாம். மண்ணடுக்குத் தோன்றுவதற்கு அடிப்படையாக அமைவதோடு மனிதனுக்குத் தேவைப்படும் எல்லாக் கனிப்பொருள்களையும் புவியோட்டி லுள்ள பாறைகள் அளிக்கின்றன. உலோகத் தாதுப் பொருள்கள் தீப் பாறைகளிலும், மாற்றுருப்பாறைகளிலும் பொதுவாகக் கிடைக்கின்றன. நிலக்கரி, லிக்னைட், பெட்ரோலியம் போன்ற எரி பொருள்கள் படிவுப் பாறைகளிலிருந்து கிடைக்கின்றன. புவியோட்டிலுள்ள பாறைகள் பல செய்முறைகளினால் உருவாக் கப்படும் நிலத்தோற்றங்களுக்கு அடிப்படையாக அமைந் துள்ளன.

**நிலத்தோற்றங்களை உருவாக்கும் செய்முறைகள்**

புவியின் மேலோட்டில் பல செய்முறைகள் தொடர்ச்சியாகச் செயல்படுவதினால் வெவ்வேறு நிலத்தோற்றங்கள் உருவாகின்றன. இச் செய்முறைகள் இரண்டு வகைப்படும்—அகச் செய்முறைகள் (Internal processess) மற்றும் புறச் செய்முறைகள் (External processess). புவியின் உள் அடுக்குகளில் அகச் செய்முறைகள் செயல்படுகின்றன. இவைகளின் விளைவு எரிமலை கக்குதல், புவி அசைவுகள், புவியதிர்ச்சிகள் தோன்றி புவியின் மேலோட்டைப் பாதிக்கின்றது. புவியின் உள்அடுக்குகளில் கதிரியக்கத்தினால் வெளிப்படும் வெப்பமும் ஆற்றலும் இச் செய்முறைகளை ஊக்குவிக்கின்றன. அகச் செய்முறைகளின் இயக்கத்தைக் காண முடியாது. அகச் செய்முறைகள் நிலப் பரப்பையும் கடலடித் தளத்தையும் பாதிக்கின்றன.

புறச் செய்முறைகள் நிலப்பரப்பின்மேல் செயல்படுகின்றன. நிலப்பரப்புடன் வளிமண்டலமும் நீர்மண்டலமும் ஒன்றொடொன்று தொடர்புகொள்வதினால் இச் செய்முறைகள் தோன்றுகின்றன. புவியின் மேலோட்டிலுள்ள பாறைகள் உடைந்து ஆறுகள், பனியாறுகள், காற்று, கடல் அலைகளினால் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. புறச்செய்முறைகள் பொருள்களைச் சரிவுத்திசையில் கீழ்நோக்கி எடுத்துச் செல்வதற்குப் புவி ஈர்ப்பு விசை உதவுகிறது. புறச் செய்முறைகளின் செயல் நிலப் பரப்பிலுள்ள வேறுபாடுகளைக் குறைக்கப் பயன்படுகிறது. ஆகையால், இச் செய்முறைகள் ஓர்நிலையாக்கும் (gradational) செய்முறைகள் எனப்படுகின்றன. புறச் செய்முறைகள் நிலப் பரப்பை மட்டும் பாதிக்கின்றன. மற்றும் இவைகளைக் காணவும் அளக்கவும் முடியும். ஓர் இடத்தில் உள்ள நிலத் தோற்றங்களின் தன்மை அங்குச் செயல்படும் அகமுறைகள் மற்றும் புற முறைகளின் ஒப்பு முக்கியத்துவத்தைப் பொறுத்தும், இச் செய்முறைகள் செயல் பட்ட கால அளவைப் பொறுத்தும் இருக்கும். சான்றாக, அண்மையில் அகமுறைகளினால் உயர்த்தப் பட்டதால்தான் இமயமலைத்தொடர் உயர்ந்து காணப்படுகிறது. இம் மலைத்தொடரை அரித்துவிடுவதற்குப் புற முறைகளுக்குப் போதிய காலம் இல்லை. அண்மையில்தான் புறச் செயல் முறைகள் செயல்படத் தொடங்கியுள்ளன. இதற்கு மாறாக, இமயமலையைக் காட்டிலும் முற்காலங்களில் தோன்றிய (ஆரவல்லி) மலைத்தொடர் புறச் செய்முறைகளினால் தொடர்ந்து அரிக்கப்பட்டு மிகத் தாழ்ந்த மட்டத்தில் தற்போது காணப்படுகிறது. ஆகையால், நிலத்தோற்றங்களின் வளர்ச்சியில் காலம்

முக்கியக் காரணியாக உள்ளது. ஒரே செய்முறை ஒரு பிரதேசத்தில் தொடர்ந்து செயல் பட்டாலும் நிலத்தோற்றம் காலத்திற்கு ஏற்ப மாறுகிறது.

**அகச் செய்முறைகள்**

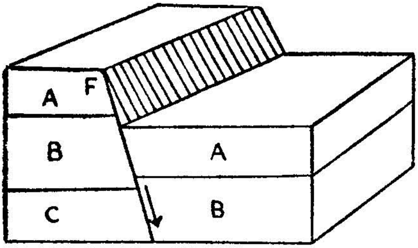
புவியின் மேலோட்டில் நிலையற்ற தன்மை இருப்பதிலிருந்து அகச் செய்முறைகள் இயங்குவதை ஊகிக்க முடிகிறது. கடல் மட்டத்திற்குமேல் 8000 மீட்டருக்குமேல் உயரம் உடைய மலையுச்சிகளைக் கொண்ட இமயமலைத் தொடரில் கடல்வாழ் உயிரினங்களின் ஃபாசில்களைக் கொண்ட படிவுப் பாறைகள் உள்ளன. இதிலிருந்து இமயமலையிலுள்ள இப்பாறைகள் ஆழமற்ற கடல் தரையில் பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் படிவாகியிருக்க வேண்டும் என்றும், பிறகு அகமுறைகளினால் உயர்த்தப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்றும் விளங்குகிறது. இவ்வாறு உயர்த்தப்படும்போது படிவுப்பாறை அடுக்குகள் சாய்ந்து, மடிப்புப்பெற்று மற்றும் தள்ளப்பட்டு, அதிகத் தொலைவிற்கு இடப்பெயர்ச்சி பெறுகின்றன. பம்பாய்க்கு அருகே மூழ்கிய காடுகள் இருப்பது மேலோடு கீழே தாழ்த்தப் பட்டுள்ளதைக் காட்டுகிறது. எரிமலைகளின் திடீர் இயக்கம் மற்றும் புவியதிர்ச்சிகளை உண்டாக்கும் புவியின் மேலோட்டின் அசைவுகள் அகமுறைகளின் பிற விளைவுகள் ஆகும்.

**புவி அசைவுகள்**

புவியின் மேலோட்டின் அசைவுகள் பொதுவாக ஓட்டசைவுகள் (Tectonic movements) எனப்படுகின்றன. இவ்வசைவுகள் மெதுவாகவோ விரைவாகவோ மேலோட்டிலுள்ள மெலிந்த கோடுகளின் வழியாகச் செயல்படுகின்றன. ஓட்டசைவுகளை இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்: (1) கண்டங்களை ஆக்கும் அசைவும் (2) மலை ஆக்க அசைவும். கண்டங்களை ஆக்கும் அசைவுகளில் புவியோட்டின் அடுக்குகள் பொதுவாகச் செங்குத்தாக மேலும் கீழும் அசைகின்றன. இத்தகைய உயர்த்தப்படுதல், தாழ்த்தப் படுதல் போன்ற செங்குத்து அசைவுகள் கண்டங்கள் மற்றும் கடல்களின் தோற்றத்திற்குக் காரணமாய் உள்ளன. ஆகையால் இவை கண்டங்களை ஆக்கும் அசைவுகள் எனப்படுகின்றன.

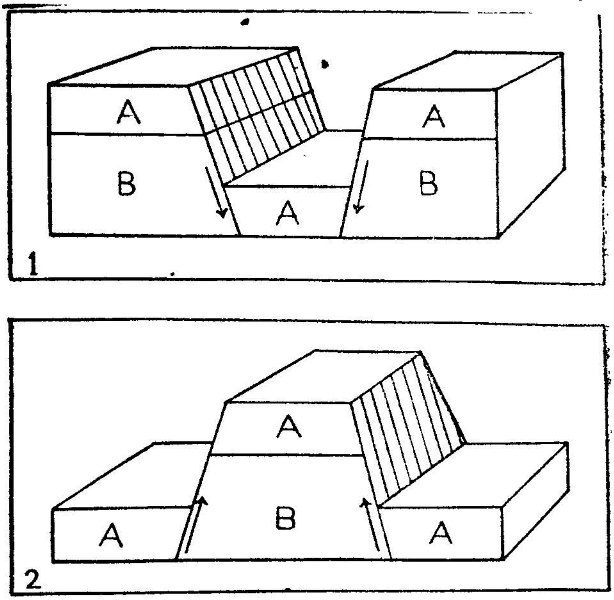
பிளவுகள் மற்றும் வெடிப்புகளின் வழியாகப் புவியின் மேலோட்டில் செங்குத்து அசைவுகள் ஏற்படுகின்றன. பிளவுக் கோட்டின் வழியாகப் பாறைகள் செங்குத்தாக அசைவதைப் பிளவுபடுதல் (Faulting) என்கின்றோம். அடுக்குகளின் செங்குத்து

அசைவைக் குறிக்கும் வகையில் **பிளவுக் கோட்டின்** வழியாக ஒரு வன்சரிவு அல்லது செங்குத்துச் சரிவு தோன்றுகிறது. அத்தகைய **பிளவுச் சரிவுகள்** (Faultscarps) பல கிலோ மீட்டர் நீளத்திற்கு நேர் கோடாகக் காணப்படலாம். அடுத்து அடுத்து இரண்டு பிளவுகள் இருப்பின் இடையிலுள்ள நிலம் உயர்த்தப் படலாம் அல்லது தாழ்த்தப் படலாம். இரு பிளவுகளுக்கு இடைப்பட்ட மேலோட்டுப் பகுதி தாழ்த்தப்பட்டால் அது **பிளவுப்பள்ளத் தாக்கு** (Rift Valley) எனப் படுகிறது. கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள பெரிய பிளவுப் பள்ளத்




படம் 4.2.
பிளவுச் சரிவு

(F.F. பிளவுக்கோடு. பிளவுக் கோட்டின் கிழக்கே A அடுக்கு கீழே சரிந்து விட்டதைக் கவனி.)




படம் 4.3.
பிளவின் வழியாக ஏற்படும் அசைவுகள்

1. பிளவுப்ப ள்ளத்தாக்கு 2. பிளவுப் பீடபூமி அல்லது பிண்டமலை

தாக்குச் சிறந்த சான்று ஆகும். நர்மதை மற்றும் தபதி ஆறுகளின் பள்ளத்தாக்குகளின் சில பகுதிகள் பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகளாகக் கருதப்படுகின்றன.

இரு பிளவுகளுக்கு இடையேயுள்ள மேலோட்டுப் பகுதி உயர்த்தப்பட்டால் அது பீடபூமியாக மாறுகிறது. இதற்குப் பிளவுப் பீடபூமி அல்லது பிண்டமலை என்று பெயர். ரைன் (Rhine) பிளவும், பள்ளத்தாக்கின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள வாஸ்ஜஸ் (Vosges) மற்றும் ப்ளாக்ஃபாரஸ்ட் (Black Forest) என்பவை பிளவுப் பீடபூமிக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். நீலகிரி மலைத்தொடர் ஒரு பிளவுப் பீடபூமி என்று கருதப்படுகிறது.

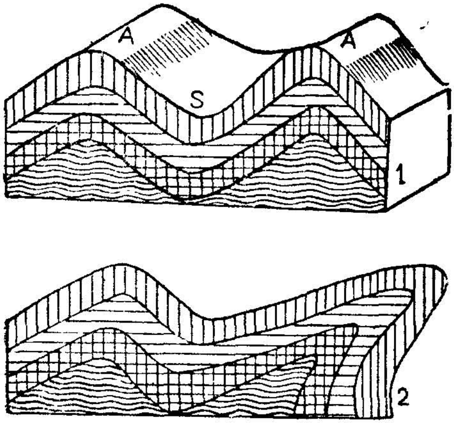
கடற்கரையை ஒட்டிச் செங்குத்து அசைவுகள் பிளவுகளின் வழியாக ஏற்பட்டதால் ஆப்பிரிக்கக் கண்டத்தின் கடற்கரையையொட்டிச் செங்குத்துச் சரிவுகள் உள்ளன. இவ்வாறு கடற்கரையையொட்டி ஏற்பட்ட ஒட்டசைவுகளினால் ஏற்பட்ட பீடபூமிகள் ஆப்பிரிக்கக் கண்டத்தில் பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன. இந்தியாவின் மேற்குக் கடற்கரையில் அடுத்து உள்ள மேற்குத்தொடர்ச்சி மலையின் செங்குத்துச் சரிவு பிளவினால் ஏற்பட்டது என்று கருதப்படுகிறது.

**மலையாக்க அசைவுகள்**

இவ்வசைவுகள் புவியோட்டின் இடைமட்ட அசைவுகளைப் பிரதானமாகக் கொண்டவை ஆகும். இடை அசைவுகளைத் தோற்றுவிக்கும் விசைகள் அமுக்க விசைகளாகவோ, இழு விசைகளாகவோ இருக்கலாம். அமுக்க விசைகள் எதிரெதிர் திசைகளிலிருந்து செயல்பட்டுப் பாறை அடுக்குகளை வளைக்கும் வகையிலோ, மடிக்கும் வகையிலோ பாதிக்கின்றன. இழு விசைகள் மேலோட்டை இரு எதிரெதிர்த் திசைகளில் இழுப்பதால் பாறை அடுக்குகள் பிளவுபட்டு உடைந்துவிடக்கூடும்.

படிவுப்பாறைப் பிரதேசத்தில் இடையான அமுக்க விசைகள் இயங்கினால், பாறைகள் அழுத்தத்தினால் மடிப்புப் பெறுகின்றன. சாதாரண மடிப்பு என்பது அடுத்தடுத்து மேல் வளைவு (Anticline) மற்றும் கீழ் வளைவு (Syncline) களைக் கொண்டது. மடிப்பின் இரு பக்கங்களிலும் சரிவு ஒரே கோணத்தில் இருந்தால் அது சமச்சீரான மடிப்பு எனப்படும். சமச்சீரற்ற மடிப்பில், ஒரு பக்கத்தில் வன்சரிவும் மற்றப் பக்கத்தில் மென் சரிவும் காணப்படும். அடுத்தடுத்து மேல் வளைவுகளும் கீழ் வளைவுகளும் உள்ள சாதாரண மடிப்புப் பொதுவாகக் காணப்படுவது இல்லை. மடிப்புப் பிரதேசங்

களில் பொதுவாகச் சிக்கலான அமைப்புக் காணப்படுகிறது. இவை களில் பல கோணங்களில் சாய்ந்த மடிப்புக்களும் பிளவினால் தள்ளப்பட்ட அடுக்குகளும் காணப்படுகின்றன.

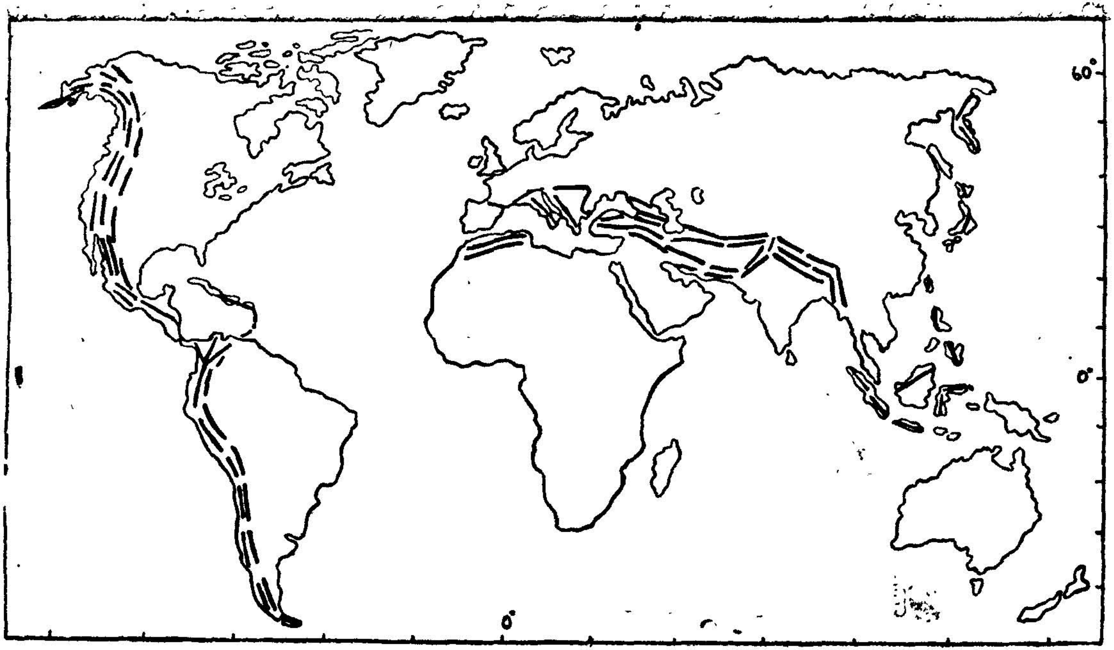



படம் 4.4.
மடிப்பு வகைகள்
1. சமச்சீரான மடிப்புகள்
(A. மேல் வளைவு S. கீழ் வளைவுகள்)
2. சாய்ந்த மடிப்புகள்

மடிப்பு மலைகள் தோன்றுவது பல மில்லியன் ஆண்டுகள் நீடிக்கும். இது மெதுவாக நிகழும் செய்முறை ஆகும். இச் செய்முறையை மூன்று நிலைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் நிலையில் ஆழ மற்ற கடல் தரையில் படிவுகள் அதிக அளவில் படிகின்றன. இப் படிவுகள் கடலை அடுத்துள்ள நிலங்களின் அரிப்பினால் தோன்றியவை ஆகும். கடல் தரை படிப்படியாகத் தாழ்ந்து விடுவதால் படிவுகள் தொடர்ந்து நீண்ட காலம் படிவதை அனுமதிக்கிறது. அழுத்த விசைகளினால் இப்படிவுகள் மடிப்புப் பெறுவது இரண்டாவது நிலையைக் குறிக்கும். மூன்றாவது நிலையில் மடிப்புப் பெற்ற அடுக்குகள் உயர்த்தப்படுகின்றன. இது மெதுவாக நிகழ்கின்றது. இமயமலைத் தொடர்கள் இன்னும் உயர்ந்துகொண்டே இருப்பதாகக் கருதப் படுகிறது.

புவியின் நீண்ட வரலாற்றில் மடிப்பு மலைகள் தோன்றுவது பல காலங்களில் ஏற்பட்டுள்ளன. மிக அண்மையில் ஏற்பட்ட மலையாக்கம் சுமார் 30 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் ஏற்பட்டது. இவ்வாறு இளமை நிலையிலுள்ள மடிப்பு மலைத் தொடர்கள் உலகிலேயே மிக உயரமானவையாய் உள்ளன. பழைய காலத்தில் மலைத் தொடர்கள் புது முறைகளால் அரிக்கப் பட்டுத் தேய்ந்த நிலையில் உள்ளன.

அண்மையில் தோன்றிய மடிப்பு மலைத் தொடர்கள் இரண்டு பெரிய மண்டலங்களில் உள்ளன. பசிபிக் கடற்கரையை ஒட்டிய மண்டலத்தில் ஆண்டீஸ் (Andes) (தென்அமெரிக்கா), ராக்கீஸ்

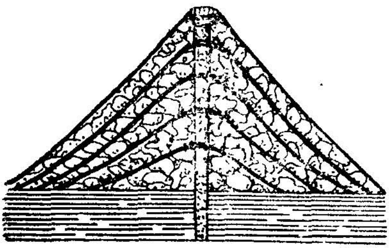



படம் 4.5.
மடிப்பு மலைகள்
[அண்மையில் மடிப்புப்பெற்ற மலைத்தொடர்களின் பரவலைப் படம் காட்டுகிறது. மையப்புவி ண்டலத்தையும் பசிபிக் கடற்கரையை ஒட்டிய மண்டலத்தையும் கவனி.]

(Rockies) (வட அமெரிக்கா), மற்றும் ஆசியாவின் கிழக்கில் அலூஷியன் (Aleutian) தீவுகளிலிருந்து இந்தோனேசியா வரையி லுள்ள தீவுத் தோரணங்களும் அடங்கும். மையப் புவி மண்ட லத்தில் ஐரோப்பாவிலும் ஆசியாவிலும் பொதுவாகக் கிழக்கு மேற்காகச் செல்லும் ஆல்ப்ஸ், இமயமலை போன்ற மலைத் தொடர்கள் அடங்கியுள்ளன.

**எரிமலைகள்**

புவியின் உள்ளே இருந்து உருகிய பாறைக் குழம்பு வெளிப் படுவதால் எரிமலைகள் தோன்றுகின்றன. சாதாரணமாக ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் குழாய் போன்ற ஆழமான பாதையின் வழியே பொருள் வெளிப் படுகிறது. இந்த இடத்தைச் சுற்றிப் பொருள் குவிவதால் ஓர் உட்குவிந்த சரிவுடைய கூம்பு வடிவானமலை தோன்று கிறது. எரிமலைக் கூம்பின் உச்சியில் எரிமலைவாய் (Sater) என்ற சிறு பள்ளம் இருக்கும். ஜப்பானிலுள்ள ஃப்யூஜியாமாவும் (Fujiyama) இத்தாலியிலுள்ள வெசுவியசும் (Vesuvius) எரிமலைக்குச் சிறந்த சான்றுகளாகும்.




படம் 4.6.
எரிமலை

கு-எரிமலைக்குழாய் வா-எரி மலைவாய் அடுத்தடுத்து லாவா அடுக்குகளும் சாம்பல் படிவு உள்ளன.

சிலவிடங்களில் பாறைக் குழம்பு மேலோட்டிலுள்ள நீண்ட பிளவு அல்லது வெடிப்பின் வழியாக வெளிப்படலாம். இத் தகைய பிளவு வழியாகப் பாறைக் குழம்பு வெளிப்படுவதின் விளைவாகப் பரந்த லாவா பீடபூமிகள் தோன்றுகின்றன. தென் இந்தியாவிலுள்ள தக்காணப் பீடபூமியின் ஒரு பகுதி லாவா பீடபூமி ஆகும். இதன் பரப்பளவு 500,000 ச.கி.மீ ஆகும். அண்மையில் ஐஸ்லாந்தில் பிளவின் வழியாகப் பாறைக் குழம்பு வெளிப்பட்டுள்ளது.

அவை செயல்படும் வகையை அடிப்படையாகக் கொண்டு எரிமலைகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அடிக்கடி செயல் படும் எரிமலைகள் **இயங்கும் எரிமலைகள்** (Active volcanoes) எனப் படுகின்றன. வரலாற்றுக் காலத்தில் ஒரு தடவையோடு பிறகு அமைதியாக உள்ள எரிமலைகள் **உறங்கும் எரிமலைகள்** (Dorment

volcanoes) எனப்படுகின்றன. வரலாற்றுக் காலத்திலும்கூட செயல்படாத எரிமலைகளை **அணைந்த எரிமலைகள்**(Extinct volcanoes) எனலாம். இவ்வாறு அணைந்த எரிமலைகளும் திடீரென்று இயங்கக் கூடும். சான்றாக, இந்தோனேசியாவிலுள்ள க்ராகடோவா (Krakatoa) என்ற அணைந்த எரிமலை திடீரென்று 1883-ஆம் ஆண்டு இயங்கியது.

எரிமலையிலிருந்து திட, திரவ, மற்றும் வாயு நிலைகளில் பொருள் வெளிப்படுகின்றது. எரிமலை வெடித்து இயங்கும் போது தூக்கி எறியப்பட்ட பாறைத்துகள்கள் திடப்பொருள்கள் ஆகும். இவைகளைத்தவிர எரிமலைக் கரி, எரிமலைச் சாம்பல், தூசி முதலியவையும் திட நிலையில் வெளிப்படும் பொருள்கள் ஆகும். நீராவி, ஹைட்ரஜன், ஸல்பர் டைஆக்ஸைடு, கார்பன் டை ஆக்ஸைடு முதலியவை எரிமலையினின்றும் வெளிப்படும் வாயுக்கள் ஆகும். இவ் வாயுக்கள் பாறைக் குழம்பில் கரைந்த நிலையில் இருந்தவை; பாறைக் குழம்பு மேலே வருவதினாலும் அழுத்தம் குறைவதாலும் இவ்வாயுக்கள் திடீரென்று வெளியேறுகின்றன.

எரிமலையிலிருந்து வெளிப்படும் திரவ நிலையிலுள்ள பாறைக் குழம்பு எரிமலைச்சரிவில் நாக்குகளைப்போல் லாவா நகர்கின்றது. காரப்பண்புடைய லாவா நீண்ட தூரம் விரைவாகச் செல்லும் தன்மையுடையது. இத்தகைய எரிமலைகள் மென்சரிவு கொண்டவை. சான்றாக, ஹவாய் தீவிலுள்ள எரிமலைகள் காரப் பண்புடைய லாவாவை வெளிப்படுத்துகின்றன. இதற்கு மாறாக அமிலப் பண்புடைய லாவா எளிதில் நகர்வதில்லை. எரிமலைக் குழாயையடுத்துப் படிந்துவிடுவதால் வன்சரிவுடைய கூம்பு வடிவமான மலை உருவாகிறது. எரிமலைக்குழாய் கெட்டியான பாறைக் குழம்பால் அடைக்கப்பட்டிருந்தால் எரிமலை வெடித்து இயங்கும்.

அண்மையில் தோன்றிய மடிப்பாலான மலைத்தொடர்களுடைய மண்டலங்களில்தான் பெரும்பாலான எரிமலைகள் உள்ளன. பசிபிக் கடற்கரையை ஒட்டிய மண்டலம் ''நெருப்பு வளையம்'' எனப்படுகிறது. இம் மண்டலத்தில் ஆண்டீஸ், ராக்கிஸ், ஜப்பான், இந்தோனேசியா, நியூஜிலாந்து முதலிய மலைத்தொடர்களிலுள்ள எரிமலைகள் அடங்கும். மையப்புவி மலைத்தொடர் மண்டலத்தில் பசிபிக் மண்டலத்தைக் காட்டிலும் குறைந்த அளவு எரிமலைகள் உள்ளன. ஆப்பிரிக்காவின் பெரிய பிளவுப் பள்ளத்தாக்கை அடுத்தும் கடலடிக் குன்றுத் தொடர்களிலும் கடலடியில் உள்ள மற்ற பலவீனமான இடங்களிலும் எரிமலைகள் உண்டு.

எரிமலைகள் வெடித்து இயங்கும்போது உயிருக்கும் பொருளுக்கும் பலத்த சேதம் உண்டாகிறது. சான்ருக, மார்டினீக் தீவிலுள்ள பீலிமலை திடீரென்று 1902ஆம் ஆண்டு இயங்கியது. மலைச்சரிவில் வெப்பமான லாவாவும் முகிலும் திடீரெனப் பாய்ந்து செயிண்ட் பியரி (St. Pierre) என்ற நகரத்தை முற்றிலும் அழித்து, அந்நகரின் எல்லா மக்களையும் உயிர் இழக்கச் செய்தது. கடற்கரையில் எரிமலை இயங்கும்போது உயரமான ஓத அலைகள் தோன்றிக் கடற்கரையில் பலத்த சேதத்தை ஏற்படுத்துகிறது. எரிமலைகளிஞல் சில நன்மைகளும் உண்டு. எரிமலைப் படிவுகளிலிருந்து உருவாகும் மண்ணடுக்கு வளம் மிகுந்தது. இந்தோனேசியாவிலுள்ள ஜாவாத் தீவின் அதிகமான மக்களடர்த்திக்கு இவ்வகையான வளமான மண்ணடுக்குக் காரணமாகும். தக்காணப் பீடபூமியின் வளமான கருப்புநிறமண் லாவா அடுக்குகளிலிருந்து தோன்றியது ஆகும்.

**புவியதிர்ச்சிகள்**

புவியின் மேலோட்டிலுள்ள அடுக்குகளில் ஏற்படும் அசைவுகளின் விளைவாகப் புவிப்பரப்பில் புவியதிர்ச்சிகள் தோன்றுகின்றன. சான்ருக, குளத்தில் ஒரு கல்லைப்போட்டால் என்ன ஏற்படுகின்றதோ, அதே வகையில் புவியசைவுகள், புவியதிர்ச்சி அலைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. தண்ணீரில் எங்குக் கல் விழுகிறதோ, அங்கிருந்து தோன்றும் மையவட்டங்களைப் போல் அலைகள் பரவுகின்றன. புவியசைவு ஏற்படும் இடத்திலிருந்து எல்லாத் திசைகளிலும் புவியதிர்ச்சி அலைகள் பரவுகின்றன. இவ்வலைகள் புவியதிர்ச்சி அலைகள் (Seismic waves) எனப்படுகின்றன. அலைகள் தோன்றும் இடம் **புவியதிர்ச்சிக் குவியம்** (Seismic focus) எனப்படும். புவியதிர்ச்சிக் குவியத்திற்கு நேர் எதிரே புவிப்பரப்பிலுள்ள இடம் **புவியதிர்ச்சி மையம்** (Epicentre) ஆகும்.

புவியதிர்ச்சிக் குவியம் பெரும்பாலும் புவிப்பரப்பிலிருந்து 60 கி.மீ. ஆழத்திற்கு உட்பட்டு இருக்கும். சில புவியதிர்ச்சிகளின் குவியங்கள் நூற்றுக்கணக்கான கிலோமீட்டர் ஆழத்திலும் இருக்கக்கூடும். புவியதிர்ச்சி ஏற்படும்போது ஆற்றல் அதிக அளவில் வெளிப்படுகிறது. இதன் விளைவாகப் புவியின் மேலோடு விரைவாக அசைகிறது. புவியதிர்ச்சி அலைகளின்போக்கு சீமோகிராப்பு (Seismograph) என்ற கருவிகளில் பதிவாகின்றது. புவியின் அசைவுகள் அலைகளாகத் தாளில் பதிவாகின்றன. மணிப்பொறி அமைப்பால் சுற்றும் உருளையின்மேல் காகிதம் இணைக்கப்பட்டுஇருப்பதால், அலைகள் பதிவாகும் நேரத்தையும் அவற்றின் செறிவையும் அறிய முடிகிறது.

புவியின் மேலோட்டில் உறுதியற்ற தன்மை உடைய இடங்களில் புவியதிர்ச்சிகள் அடிக்கடி நிகழ்கின்றன. தினமும் நூற்றுக் கணக்கான புவியதிர்ச்சிகள் பதிவான போதிலும் அதிக சேதத்தை ஏற்படுத்தும் செறிவுடைய புவியதிர்ச்சிகள் அடிக்கடி ஏற்படுவதில்லை.

பிளவுக் கோடுகளின் வழியாக ஏற்படும் திடீர் அசைவுகளினால் செறிவுடைய புவியதிர்ச்சிகள் தோன்றுகின்றன. அண்மைக் காலங்களில் கலிபோர்னியாவிலுள்ள ஸான் ஆண்டிரியாஸ் (San Andreas) பிளவுக் கோட்டின் வழியாகப் பல இடங்களில் புவியதிர்ச்சிகள் ஏற்பட்டுள்ளன. எரிமலை இயங்கும் போது புவியதிர்ச்சிகள் தோன்றுகின்றன. புவியின் மேலோடு உறுதியற்ற நிலையில் உள்ள அண்மையில் ஏற்பட்ட மலைத் தொடர்ப் பிரதேசங்களில் புவியதிர்ச்சிகள் அடிக்கடி ஏற்படுகின்றன.

மேலோட்டின் வழியாகப் புவியதிர்ச்சி அலைகளின் போக்கினால் புவியின் பரப்பின்மேல் கீழ் இடைமாற்றம் ஏற்படுகிறது. அலைகள் விரைவாகச் செல்வதால், கட்டடங்கள் அழிந்துவிடுகின்றன. சாலைகளும், இரயில் பாதைகளும் துண்டிக்கப்படுகின்றன. நிலப்பரப்பில் வெடிப்புகள் தோன்றக்கூடும். மலைச் சரிவில் நிலச்சரிவுகள் ஏற்படலாம். ஆறுகளின் பாதை மாறி அணைகள் உடைந்து வெள்ளம் ஏற்படக் கூடும். புவியதிர்ச்சியின் மையம் கடல்தரையில் இருப்பின், ஸுனாமீக்கள்(Tsunamis) என்ற பெரிய கடல் அலைகள் தோன்றுகின்றன. இவை மணிக்கு சராசரி 500 கிலோ வேகத்தில் பரவித் தொலைவான பகுதிகளையும் பாதிக்கக்கூடும். கடற்கரைப் பகுதியில் பலத்த சேதம் அலைகளினால் ஏற்படும். புவியதிர்ச்சியின் மையத்தில் சேதம் மிகுந்து விலகிச் செல்லச் செல்லப் படிப்படியாகக் குறைகிறது.

இமயமலையின் அடிவாரப் பகுதியில் அடிக்கடி புவியதிர்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. இது புவியோட்டின் உறுதியற்ற இடங்களுள் ஒன்றாகும். மிகச் செறிவுடைய புவியதிர்ச்சிகள் காஷ்மீர் பள்ளத்தாக்கிலும் *(1823 & 1885)*, குமாவுன் (kumaon) மலைத்தொடரிலும்*(1803)*, வடக்குபீகாரிலும்*(1934)*, கச்சாரிலும் (Cachar) *(1869)*, மற்றும் அஸ்ஸாமிலும் *(1897 & 1950)* ஏற்பட்டுள்ளன. மெதுவாகத் தாழ்ந்துவிடும் பிரதேசத்தில் கட்ச் புவியதிர்ச்சி *(1819)* ஏற்பட்டது. 1975ஆம் ஆண்டு ஜனவரி 19ஆம் தேதி இமாசலப் பிரதேசத்திலுள்ள இன்னோர் மாவட்டத்தில் செறிவான புவியதிர்ச்சி ஏற்பட்டது. இதன்

விளைவாக உயிருக்கும் பொருளுக்கும் பலத்த தேசம் ஏற்பட்டது. சாலைகள் துண்டிக்கப்பட்டன. ஹெலிகாப்டர் மூலம் உணவும் மற்றத் தேவையான பொருள்களும் அனுப்பப்பட்டன. தக்காண பீடபூமி, புவியதிர்ச்சிகளினால் அதிகம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இருப்பினும் 1967ஆம் ஆண்டு கொய்னு அணைக்கு அருகிலுள்ள கொய்னு நகர் குடியிருப்புப் புவியதிர்ச்சியால் பாதிக்கப்பட்டது.

மனிதனுடைய செயலினாலும் புவியதிர்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. எண்ணெய்க் கிணறுகளிலிருந்து எணணெய் இறைக்கப் படுவதாலும் எண்ணெயை மேலே கொண்டு வருவதற்காக அதிக அளவு நீரை எண்ணெய்க் கிணறுகளில் செலுத்துவதாலும், பெரியஅணைகளுக்குப் பின்னால் அதிக அளவு நீரைத் தேக்கி வைத்திருப்பதினாலும் புவியின் மேலோட்டின் சமநிலை பாதிக்கப்படுகிறது. மனிதனுடைய செயலினால் பாதிக்கப்பட்ட சமநிலையை மீண்டும் நிலைபெறுவதற்காக புவியதிர்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் ஹூவர் (Hoover dam) அருகிலும், ஜாம்பியாவில் (Zambia) கரிபா அணைக்கு (Kariba) அருகிலும் புவியதிர்ச்சிகள் ஏற்பட்டுள்ளன

புவியதிர்ச்சிகளின் மையங்களின் பரவல், மடிப்பாலான மலைத் தொடர்கள் மற்றும் எரிமலைகளின் பரவலோடு நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டதாய் உள்ளது. புவியதிர்ச்சிகளில் ஏறக்குறைய 68% பசிபிக் கடற்கரையைச் சுற்றிய மலைத்தொடர் மண்டலத்தில் ஏற்படுகின்றன. ஜப்பான் மற்றும் பிலிப்பைன் தீவுகளை அடுத்து, ஆழமான கடலடித்தளம் உள்ளதால் இவ்விடங்களில் புவியதிர்ச்சிகள் அடிக்கடி நிகழ்கின்றன. ஐரோப்பா மற்றும் ஆசியாவில் பரவியுள்ள மையப்புவி மலைத்தொடர் மண்டலம் மேலோட்டின் மற்றொரு உறுதியற்ற பகுதியாகும். இம் மண்டலத்தில் புவியதிர்ச்சிகளில் 21% தோன்றுகின்றன. மற்றப் புவியதிர்ச்சி மையங்கள் கடலடியில் உள்ள பலவீனமான இடங்களிலும் கண்டங்களிலும் கடற்கரையிலும் உள்ள ஆழமான பிளவுகளிலும் உள்ளன.

புவியின் மேலோட்டில் அக முறைகளாலும், புற முறைகளாலும், ஏற்படும் மாற்றங்களை ஈடு செய்யும் வகையில் புவியதிர்ச்சிகள் நிகழ்கின்றன. மடிப்பு மலைத் தொடர்களின் தோற்றம், எரிமலைகளின் தோற்றம், கடல் தரையில் படிவுகள் படிதல் முதலியவை புவியின் மேலோட்டின் சமநிலையைப் பாதிக்கின்றன. இதன் விளைவாகச் சில இடங்களில் அழுத்த மிகுதியும், மற்ற இடங்களில் அழுத்தக் குறைவும் ஏற்படுகின்றன.

புவியின் மேலோடு இவ் வேறுபாடுகளைத் தாங்க முடியாமல் அசைகிறது: புவியதிர்ச்சிகள் இதனால் தோன்றுகின்றன. புவி யதிர்ச்சி தோன்றிய பின் மீண்டும் சமநிலை நிலவுகின்றது.

## பயிற்சி

சுருக்கமாக விடையளிக்கவும் :

1. புவியின் மேலோட்டின் இரசாயனத் தன்மையை விவரி.
2. பாறைக்கும் தாதுப் பொருளுக்கும் இடையேயுள்ள வேற்றுமையைக் கூறுக.
3. தீப் பாறைகள் எவை ?
4. படிவுப் பாறைகள் எவ்வகையில் தோன்றுகின்றன ?
5. ஃபாஸில்கள் என்றால் என்ன ?
6. மாற்றுருப் பாறைகளுக்கும் படிவுப் பாறைகளுக்கும் இடையேயுள்ள வேற்றுமையை விவரி.
7. புறக் செய்முறைகளிலிருந்து அகச் செய்முறைகள் எவ்வாறு வேறுபடுகின்றன ?
8. கண்டங்களை ஆக்கும் அசைவுகளினால் உருவாகும் இரண்டு நிலத்தோற்றங்களைக் குறிப்பிடுக.
9. மடிப்பாலான மலைத்தொடர்களின் தோன்றும் முறையை விவரி.
10. அணைந்த மற்றும் உறங்கும் எரிமலைகளுக்கு இடையே உள்ள வேற்றுமைகளை விவரி.
11. ''சைஸ்மோக்ராப்'' என்பது என்ன ?
12. அண்மையில் மடிப்புப் பெற்று உருவாகிய மலைத் தொடர் மண்டலங்களில் புவியதிர்ச்சிகள் ஏற்படுவது எதனால் ?
13. புவியதிர்ச்சிகள் ஏற்படுவதற்கு மனிதனுடைய செய்கை எவ்வகைகளில் காரணமாயுள்ளது ?
14. புவியின் மேலோட்டில் சமநிலை ஏற்படுவதற்கு எவ்வாறு புவியதிர்ச்சிகள் உதவுகின்றன ?

விரிவாக விடையளிக்கவும் :

1. எரிமலைகளைப்பற்றிக் கட்டுரை வரைக.

2. நிலத் தோற்றங்களின் வளர்ச்சியில் இடம்பெறும் செய்முறைகளை விவரி.

3. புவியதிர்ச்சிகள் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன? புவியதிர்ச்சிகளின் விளைவுகளை விவரி.

# 5. மாறும் நிலத்தோற்றங்கள்—II

வளி மண்டலம், நீர் மண்டலம் மற்றும் உயிரின மண்டலத்தில் ஏற்படும் புறச் செய்முறைகளுக்கு நிலப்பரப்பு உட்படுகிறது. நிலத்தில் காணப்படும் பாறைகள் வெப்பநிலை மாற்றம், மழை வீழ்ச்சி, உறைபனிச் செய்கை, காற்றின் வீச்சு முதலிய வானிலை மாற்றங்களினால் பாதிக்கப்படுகின்றன. ஓடும் நீரின் செய்கை, மெதுவாக நகரும் பனியாறு, மற்றும் கடற்கரையில் அலைகளின் செய்கை முதலிய நீர் மண்டலத்தில் ஏற்படும் செய்முறைகள் நிலப்பரப்பைப் பாதிக்கின்றன. தாவர மூட்டத்தின் தன்மை, அதன் அடர்த்தி, பிராணிகள் மற்றும் மனிதனுடைய செய்கை முதலியவை பிரதேசத்திலுள்ள நிலத் தோற்றங்களைப் பாதிக்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட செய்முறையோ அல்லது சில செய்முறைகளின் விளைவோ, குறிப்பிட்ட நிலத்தோற்றங்கள் தோன்றுவதற்குக் காரணமாகின்றன.

### பாறைகளின் சிதைவு

புவியின் மேலோடு பாறைகளால் ஆனது என்று முன் பகுதியில் கவனித்தோம். இவை வானிலை மாற்றங்களுக்கு உட்படும்போது தாமாகவே உடைந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு பாறைகள் உடைந்து மற்றும் அழிந்துவிடும் செய்முறை சிதைவுச் செய்முறை (Weathering) எனப்படும். பாறைகள் நிலப்பரப்பிலுள்ள சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்பத் தம்மை மாற்றிக்கொள்வது சிதைவுச் செய்முறையின் விளைவு ஆகும். இவ்வாறு மாற்றிக் கொள்வது அவசியமாகிறது. ஏனெனில், பாறைகள் புவிப் பரப்பிலுள்ள சூழ்நிலைகளைத் தவிர வேறு சூழ்நிலைகளிலும் தோன்றுகின்றன.

சிதைவுச் செய்முறையினால் பாறைகள் சிறுசிறு துகள்களாக உடைந்து நிலப்பரப்பில் சிறு துகள்களின் அடுக்காகக் குவிகின்றன. இந்தச் சிதைவுற்ற பாறைத் துகள்களாலான அடுக்கு அடியிலுள்ள பாறைகளைச் சிதைவினின்றும் பாதுகாக்கிறது. பௌதீக, இரசாயன, மற்றும் உயிரின மாற்றங்களினால் சிதைவுற்ற பொருள்களாலான அடுக்கு மண்ணடுக்காக மாறுகிறது. சிதைவுச் செய்முறை இவ்வாறு மண்ணடுக்குத் தோன்ற உதவுகிறது.

சிதைவுச் செய்முறைகளை இரண்டு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இவை பௌதீகச் சிதைவு என்றும் இரசாயனச் சிதைவு என்றும் பிரிபடும்.

பௌதீகச் சிதைவு முறையில் பாறைகள் இரசாயன மாற்றம் பெறாமல் சிறு துகள்களாக உடைந்துவிடுகின்றன. சான்றாக, பகலுக்கும் இரவுக்கும் இடையே வெப்பநிலை வேறுபாடு மிகுந்து இருந்தால் பாறைகளிலுள்ள தாதுப்பொருள்கள் அடுத்தடுத்து விரிவடைவதாலும் சுருங்குவதாலும் பாதிக்கப்பட்டு பாறைகள் உடைந்துவிடுகின்றன. உறைபனிச் செய்கை பாறையின் இணைப்புகளிலுள்ள நீரை அடுத்தடுத்து உருகவும் உறையவும் செய்வதால் பாறை சிதைந்துவிடுகின்றது. இரசாயனச் சிதைவு முறையில், பாறையிலுள்ள தாதுப் பொருள்கள் இரசாயன மாற்றம் அடைந்து புதிய தாதுப் பொருள்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆக்ஸிஜன், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, நீர் முதலியவை தாதுப்பொருள்களுடன் இரசாயன முறையில் சேர்ந்து புதிய தாதுப்பொருள்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. அதிக வெப்பமும் மழையும் உடைய அயன மண்டலத்தில் இரசாயனச் சிதைவு முறை சிறப்பாக ஏற்படுகிறது.

சிதைவுச் செய்முறையால் தோன்றிய துகள்கள் நீண்ட காலம் நிலப் பரப்பிலேயே இருப்பதில்லை. புவிஈர்ப்பு விசையினால் இவை கீழ் மட்டத்திற்கு நகர்ந்து வரக்கூடும். இதன் விளைவாக ஏற்படும் திடீர் அசைவுகள் நிலச் சரிவு போன்ற செய்முறைகளை ஏற்படுத்துகிறது. பெருமழை பெய்ததை அடுத்து வன் சரிவுகளில் நிலச் சரிவுகள் அடிக்கடி நிகழ்கின்றன. சிதைவுற்ற துகள்களின் வழியாக நீர் சுவர்தலினால் துகள்களுக்கு இடையேயுள்ள உராய்தல் குறைந்து அப் பொருள்கள் சரிவுத் திசையில் நகரக்கூடும். மலைப் பிரதேசங்களில் நிலச் சரிவின் விளைவாகச் சாலைப் போக்குவரத்தும் இரயில் போக்குவரத்தும் தடைப்படுகின்றன. வீடுகளும் விளைநிலமும் பாதிக்கப்படுவதன் மூலம் உயிருக்கும் உடமைகளுக்கும் சேதம் ஏற்படும்.

**ஓர்நிலையாதல்**

நிலத்தின்மேல் ஓடும் ஆறுகள், வீசும் காற்றுப் போன்ற செய்முறைகளினால் நிலப் பரப்பில் உள்ள சிதைவுற்ற பாறைத் துகள்கள் அகற்றப்படுகின்றன. இச் செய்முறைகளின் வேலைக்குத் தகுந்த கருவிகளாகப் பாறைத் துகள்கள் பயன்படுகின்றன. ஓர்நிலையாதல் என்பது அரிப்பையும் படிதலையும் குறிக்கின்றது. அரிப்பின் விளைவாக நிலப் பரப்பிலுள்ள

துகள்கள் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு நிலத்தின் மட்டம் குறைகிறது. படிதலின் விளைவாகப் பொருள் படிவதால் நிலத்தின் மட்டம் உயர்கின்றது.

ஆறுகள், பனியாறுகள், காற்று, மற்றும் அலைகள் ஓர்நிலையாக்கும் செய்முறைகளின் வகைகள் ஆகும். இச் செய்முறைகள் பொதுவாக மேல் மட்டத்திலிருந்து கீழ் மட்டத்திற்குப் பொருள்களை எடுத்துச் செல்கின்றன. இதற்குப் புவிசார்ப்பு விசை துணையாக உள்ளது. இச் செய்முறைகள் சிதைவுற்ற பாறைத் துகள்களை எடுத்துச் செல்வதால் கீழே உள்ள பாறை மீண்டும் சிதைவுக்கு உட்படுகிறது. இவ்வாறு நிலத்தின் மட்டம் மொத்தமாகக் குறைக்கப்படும் செய்முறை **தேய்தல் (Denudation)** எனப்படும்.

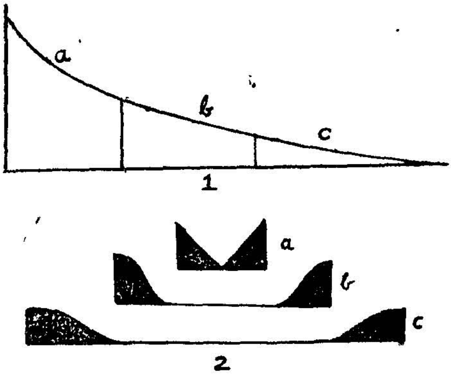
ஓர்நிலையாக்கும் செய்முறைகள் நிலப் பரப்பை ஒருசீராக பாதிப்பதில்லை. ஆறுகள், அருவிகள் மூலமாக ஏற்படும் ஓடும் நீரின் செயல் மற்றச் செய்முறைகளைக் காட்டிலும் அதிகப் பரவலை உடையது. எனவே, இச் செய்முறை இயல்பான செய்முறை எனப்படுகிறது. இது ஈரப் பிரதேசங்களில் சிறப்பாக இயங்குகிறது. வறண்ட பிரதேசங்களில் காற்றின் செய்கை பிரதானமாக உள்ளது. தாவர வளர்ச்சி இல்லாததால் உலர்ந்த மணல் மற்றும் தூசிப் பொருள்களை எளிதில் காற்று எடுத்துச் செல்கிறது. நிலையாகப் பனி அடுக்கால் மூடப்பட்ட துருவப் பகுதிகளிலும் உயர்ந்த மலைப் பிரதேசங்களிலும் பனியாறுகளின் செய்கை சிறப்பாக இருக்கிறது. நிலமும் கடலும் சேரும் கடற்கரைப் பிரதேசத்தில் மட்டும் அலைகளின் செயல் காணப்படுகிறது. ஒவ்வொரு செய்முறையும் குறிப்பிட்ட நிலத் தோற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கிறது.

ஒரு செய்முறையால் தோன்றிய நிலத் தோற்றம் அச் செய்முறை எவ்வளவு காலம் இயங்கியுள்ளது என்பதைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றது. ஒரு செய்முறையின் வளர்ச்சியில் இளமை, முதிர்ச்சி, மூப்பு என்று மூன்று நிலைகளை வரையறுக்க முடியும். அச் செய்முறையின் தொடக்கத்தை இளமை நிலை குறிக்கின்றது. முதிர்ச்சி நிலையில் செய்முறை உச்ச நிலையில் இருக்கும். மூப்பு நிலையில் அப் பிரதேசம் தேய்வுற்று ஒரு சம நிலமாகக் காட்சியளிக்கும்.

**ஓடும் நீர்**

**கணக்கற்ற அருவிகள், மற்றும் ஆறுகளின் மூலம் செயல்படும் ஓடும் நீரின் செய்கை பிற செய்முறைகளைக் காட்டிலும்**

முக்கியமானது; மற்றும் அதிகப் பரப்பளவையும் பாதிக்கின்றது. ஓடும் நீரின் ஆற்றல் அது சரிவின் வழியாக ஓடும் வேகத்தைப் பொறுத்து இருக்கும். ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் சரிவு தலைப் பகுதியிலிருந்து கடைப் பகுதி வரை படிப்படியாகக் குறைகிறது. நீரின் அளவு துணை ஆறுகளின் சேர்க்கையின் காரணமாகத் தலைப் பகுதியிலிருந்து படிப்படியாக அதிகரிக்கின்றது. சிதைவு மற்றும் அரிப்புச் செய்முறைகளினால் உருவான பாறைத் துகள்களை அதிக அளவில் ஆறுகள் கொண்டு செல்கின்றன. இவ்வாறு எடுத்துச் செல்லும் சுமையின் அளவு தலைப் பகுதியிலிருந்து கடைப் பகுதி வரை படிப்படியாக அதிகரிக்கின்றது. இவ்வாறு ஓடும் நீரின் செய்கையைப் பாதிக்கும் சூழ்நிலைகள் ஆற்றுப் பாதையின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் வேறுபடுகின்றன.




படம் 5.1

ஆற்றுப் பாதை

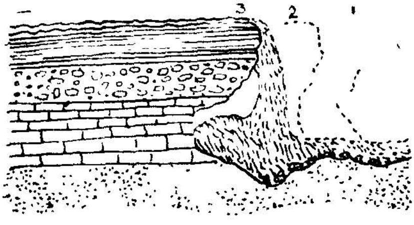
1. தோன்றும் இடத்திலிருந்து கழிமுகம் வரை நெடும் பக்கப் பார்வை a. தலைப்பகுதி b. இடைப்பகுதி c. கடைப்பகுதி

2. பள்ளத்தாக்கின் உருவத்தைக் காட்டும் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் a. தலைப்பகுதி : குறுகிய V வடிவப் பள்ளத்தாக்கு b. இடைப்பகுதி : வெள்ளச் சமநிலம் உடைய அகன்ற பள்ளத்தாக்கு c. கடைப்பகுதி : அகன்ற சமவெளி.

ஆற்றுப் பாதையில் சரிவு, நீரளவு, சுமையளவு முதலியவை வேறுபடுவதால் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் வளர்ச்சியை

மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரித்து கவனிக்கலாம். இப் பிரிவுகளாவன. தலைப்பகுதி, இடைப்பகுதி மற்றும் கடைப் பகுதியாகும்: ஆற்றின் தலைப்பகுதி மலைப் பாங்கான பிரதேசமாகப் பொதுவாக இருக்கும். இப்பிரதேசம் வன் சரிவு கொண்டதாக இருப்பதால் ஆறுகள் தலைப் பகுதியில் உச்சமான ஆற்றலைப் பெற்று உள்ளன. ஆறுகள் எடுத்துச் செல்ல வேண்டிய சுமை அளவு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் ஆறுகளில் சுமையை எடுத்துச் செல்ல வேண்டிய அளவைக் காட்டிலும் மிகுதியாகத் திறன் உள்ளது. இம் மிகுதித் திறன் ஆற்றின் படுகையை ஆழமாக்கப் பயன்படுகிறது. விசையாக ஓடும் நீரின் ஆற்றலினால் பள்ளத்தாக்குப் படுகையிலும் பக்கங்களிலும் நிலம் அரிக்கப்பட்டுப் பாறைத் துகள்கள் நீக்கப்படுகின்றன. இத் துகள்கள் படுகையுடன் மோதுவதாலும் அரிப்பு ஏற்படுகிறது.

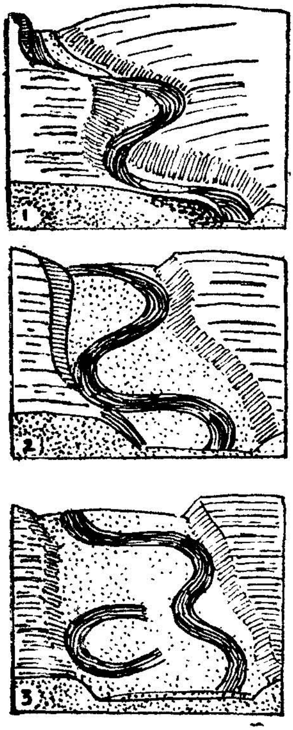
அரிப்புச் செய்முறை ஆற்றின் தலைப்பகுதியில் பிரதானமாகச் செயல் படுவதால் குறுகிய வன் சரிவுடைய பள்ளத்தாக்குகளில் ஆறு ஓடுகிறது. காலக் கழிவில் பள்ளத்தாக்கின் வன்சரிவுகள் சிதைவுற்று பள்ளத்தாக்கு V வடிவம் பெறுகிறது. இத்தகைய V வடிவப் பள்ளத்தாக்குகள் ஆற்றுப் படுகை செங்குத்தாக அரிக்கப்படுவதைக் குறிக்கின்றன. தலைப் பகுதியின் மற்றொரு சிறப்பு, ஆற்றுப் பாதை படிப்படியாக தலைத்திசை அரிப்பினால் நீட்டிக்கப்படுகிறது. ஆறு தோன்றும் இடம் தொடர்ச்சியாக மலையுச்சியை நோக்கி நகர்கிறது. இதன் விளைவாக துணையாறுகள் ஏற்படுகின்றன.




படம் 5.2
நீர்வீழ்ச்சி
*1, 2, 3* நீர்வீழ்ச்சியின் பின்னடைதலின் மூன்று நிலைகள். (நீர்வீழ்ச்சியின் அடிப்பகுதியில் அரிப்பு ஏற்பட்டுள்ளதைக் கவனி )

ஆறுகளின் தலைப்பகுதிகளில் நீர்வீழ்ச்சிகளும் ஏரிகளும் சிறப்பான நிலத்தோற்றங்களாகும். பள்ளத்தாக்கில் வன் சரிவான இடங்களில் நீர் வீழ்ச்சிகள் தோன்றுகின்றன. சான்றாக, மைசூர்ப் பீடபூமியின் விளிம்பில் காவேரிஆற்றின் பாதையில் சிவசமுத்திரம் நீர்வீழ்ச்சிஉள்ளது. பள்ளத்தாக்குப்படுகையில் கடினப் பாறை தோன்றும்போதும் நீர் வீழ்ச்சி தோன்ற

வாய்ப்பு உண்டு. பள்ளத்தாக்கில் கடினப்பாறை தோன்றியதால் வட அமெரிக்காவிலுள்ள நயக்கரா (Niagara) நீர்வீழ்ச்சி தோன்றியுள்ளது. நீர்வீழ்ச்சியுள்ள இடம்விரைவில் அரிபடுவதால் நீர்வீழ்ச்சி ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கில் தலைத்திசையில் நகரக்கூடும். மின் விசை உற்பத்தி செய்ய நீர்வீழ்ச்சிகள் உதவுகின்றன. ஆற்றுப் பாதையிலுள்ள பள்ளங்களின் வழியாக ஆறு பாயும் போது அப் பள்ளங்களில் நீர் தேங்கி ஏரிகள் தோன்றுகின்றன. ஆற்றில் ஓடும் நீரின் அளவு ஏரிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. படிவுகள் படிவதால் ஏரிகள் நாளடைவில் படிவுகளால் நிரப்பப்படலாம். ஏரியிலிருந்து வெளிவரும் ஆற்றின் பள்ளத்தாக்குப் படுகையின் அரிப்பினாலும், ஏரியில் நீர் மட்டம் படிப்படியாகக் குறைந்து ஏரி வறண்டுவிடக் கூடும்.



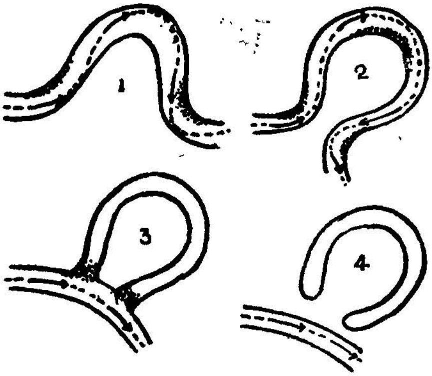
படம் 5.3
வெள்ளச் சமநிலம்
தோன்றுதல்

1, 2, 3 பள்ளத்தாக்கு அகலமாக்கப் படுவதில் மூன்று நிலைகள். 3ஆம் படத்தில் உள்ள ஏரி குதிரைக் குளம்பு ஏரியாகும்,

ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் இடைப் பகுதியில் தலைப் பகுதியைக் காட்டிலும் சரிவுகுறைவாயுள்ளது. ஆனால், சுமையளவு தலைப்பகுதியைக் காட்டிலும் மிகுதி ஆகையால், பள்ளத்தாக்கை ஆழமாக்குவதற்குத் தேவையான ஆற்றல் ஆற்றுக்கு இல்லை. பள்ளத்தாக்குப் பக்கங்களிலுள்ள பாறைகள் சிதைவதினாலும் ஆற்றிலுள்ள சுமை பள்ளத்தாக்குப் பக்கங்களைத் தாக்குவதினாலும், பள்ளத்தாக்கு அகலமாகின்றது. அகன்ற, சமதளமான பள்ளத்தாக்குப் படுகை தோன்றுகிறது. இப் படுகையின் ஒரு பகுதியில் ஆற்றின் பாதை அமைந்திருக்கும். படுகையின் பிற பகுதிகள் ஆற்றின் வண்டற் படிவுகளால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறு ஆற்றுப் பாதையின் இருபக்கங்களிலும் படிவாகியுள்ள வண்டற் படிவுகள் வெள்ளச் சமநிலம் (Flood Plain) எனப்படும். பள்ளத்தாக்

கின் பக்கங்களிலுள்ள பாறைகளின் சிதைவினாலும் சிதைந்த பாறைத் துகள்கள் சரிவுத்திசையில் நகர்வதாலும் பள்ளத் தாக்கின் பக்கங்கள் மென்சரிவு கொண்டவையாய் உள்ளன.

ஆற்றுப் பாதையை அடுத்து அகன்ற வெள்ளச் சமநிலம் தோன்றுவதால் ஆற்றுப் பாதையில் அகன்ற பெரிய வளைவுகள் தோன்றுகின்றன. இவ்வளைந்த பாதைகள் மியாண்டர்கள் (Meanders) எனப்படும். வெள்ளச் சமநிலம் அகன்றும் சம மட்டமாகவும் இருப்பதால் மியாண்டர்கள் எளிதில் இடம் பெயர்கின்றன. இவ்வாறு மியாண்டர்கள் நகரும்போது சில மியாண்டர்கள் குறுகிய கழுத்துப் பகுதியில் துண்டிக்கப்படு கின்றன. ஆற்றுப் பாதை அந்த இடத்தில் நேராக அமைந்து முன்பிருந்த மியாண்டர் ஏரியாகிவிடுகிறது. இத்தகைய ஏரிகள் குதிரைக்குளம்பு ஏரிகள் எனப்படுகின்றன.




படம் 5.4

மியாண்டர்கள், குதிரைக்குளம்பு ஏரி.

(மியாண்டர்களின் வளர்ச்சியில் காணப்படும் நான்கு நிலைகள். அம்புக்குறி ஆற்றின் போக்கைக் குறிக் கின்றது. நான்காம் நிலையில் குதிரைக் குளம்பு ஏரி உரு வாகியுள்ளது.)

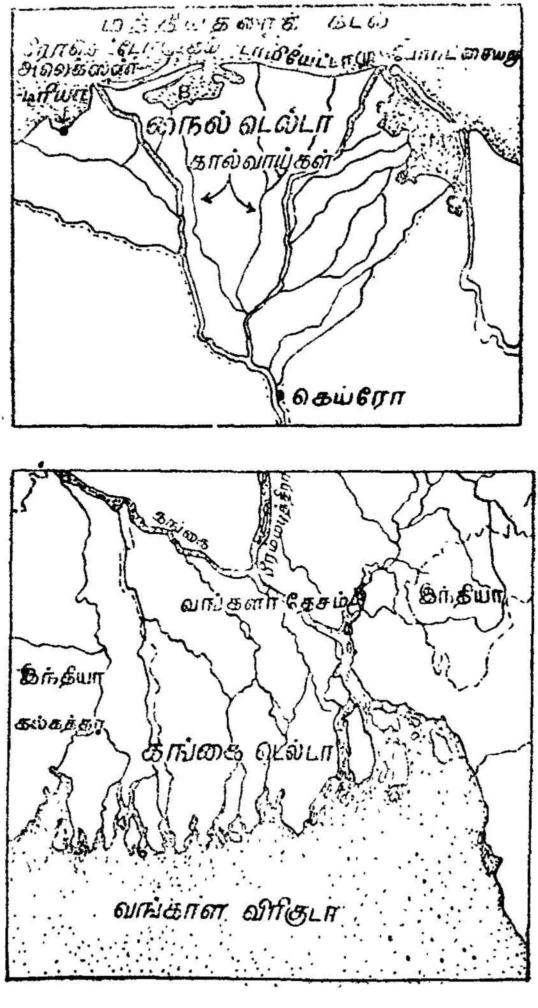
ஆற்றின் இடைப்பகுதியில் தன் படுகையிலுள்ள சுமையை எடுத்துச் செல்லவேண்டிய அளவுக்குத்தான் திறன் இருக்கிறது. ஆகையால், அரிப்பும் படிதலும் பிரதானமாக இல்லை. ஆற்றின் கடைப்பகுதியில், ஆற்றுப் படுகையின் சரிவு மிகக் குறைவு; ஆனால், படுகையிலுள்ள சுமையளவு உச்சமாயிருக்கும். படுகையி

துள்ள சுமைமுழுவதையும் எடுத்துச் செல்ல ஆற்றுக்குப் போதிய ஆற்றல் இல்லாமையால், சுமையின் ஒரு பகுதி படிந்துவிடுகிறது. இந் நிலையில் ஆற்றின் பிரதான வேலை மிகுதியான சுமையை படிவு செய்வது ஆகும். வெள்ளச் சமயம் மீண்டும் அகலமாக்கப் படுகிறது. குறைந்த சரிவின் விளைவாக ஆறு மெதுவாகச் செல்கிறது ஆற்றுப் பாதை வெள்ளச் சம நிலத்தில் அடிக்கடி மாறக் கூடும். சுமையின் ஒரு பகுதி ஆற்றுப் பாதையின் இரு ஓரங்களிலும் சிறு கரைகளாகப் படிந்துவிடக் கூடும். இவ்வாறு ஆற்றுப் பாதையின் இரு ஓரங்களிலும் உருவாகிய இயற்கைக் கரைகளை லெவிக்கள் (Levees) எனப்படும்.

ஆற்றுப் பாதையின் கடைப்பகுதியில் பொருள் படிந்து விடுவதால் ஏற்படும் மற்றொரு நிலத்தோற்றம் டெல்டா (Deltas) எனப்படும். இவை ஆற்றுக் கழிமுகத்தின் அருகே உள்ள முக்கோண வடிவான வண்டற் படிவுகள் ஆகும். முக்கோணத்தின் அடிப்பகுதி கடற்கரையிலும் உச்சி உள்நாட்டிலும் இருக்கும். முக்கோணத்தின் உச்சி டெல்டாவின் தலைப்பகுதி எனப்படும். இவ்விடத்திலிருந்து ஆற்றில் கிளை ஆறுகள் (Distributaries) தோன்றுகின்றன. காவிரி டெல்டாவின் தலைப்பகுதி திருச்சிராப்பள்ளி அருகே அமைந்து உள்ளது. ஒவ்வொரு கிளை ஆறும் சிறு சிறு பாதைகளாகப் பிரிந்து இறுதியில் பல பாதைகளின் மூலம் ஆறு கடலை அடைகிறது. கிளை ஆறுகள் தோன்றுவதினால் ஆற்றுப் படிவுகள் அதிகப் பரப்பளவில் படிந்து விடுகின்றன. டெல்டாக்களில் ஆற்றின் பழைய படுகைகள் ஏரிகளாக அமைந்திருப்பதைக் காணலாம். அதிக அளவு படிவுகளை எடுத்துச் செல்லும் ஆறுகளிலும் கடைப்பகுதியில் நீண்ட குறைந்த சரிவுடைய பாதையையுடைய ஆறுகளிலும் டெல்டாக்கள் நன்கு வளர்ச்சி அடைகின்றன.

அமேசான் போன்ற பெரிய ஆறுகள் தினமும் ஒரு மில்லியன் டன் அளவுக்குமேல் வண்டலை எடுத்துச் செல்கின்றன. இத்தகைய ஆறுகள் நிலத்தை எளிதில் தேய்வு அடையச்செய்கின்றன. நிலப் பரப்பிலுள்ள வேறுபாடுகளை ஆறுகளின் செய்கை குறைத்து விடுகிறது. இறுதியில் ஏறக்குறைய ஒரே மட்டத்திலுள்ள சம நிலம் தோன்றலாம். இத்தகைய சமநிலம் பெனிப்பிளெய்ன்

(Peneplain) அரிப்பாலான சமநிலம் எனப்படும். இப்பொழுது நிகழும் வேகத்தில் நிலம் அரிக்கப்படுமாஞல் சுமார் 12 மில்லியன்




படம் 5.5

டெல்டாக்கள்

(டெல்டாவின் முக்கோண வடிவத்தையும், கிளை ஆறுகளையும் கவனி.)

ஆண்டுகளில் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள் முழுவதும் அரிப்பிஞல் தேய்ந்து சமநிலமாக மாறிவிடக்கூடும்.

**பனி ஆறுகள்**

நகரும் பனி மற்றும் பனிக்கட்டிகள், பனி ஆறுகள் எனப்படுகின்றன. இவை பொதுவாக, துருவப் பகுதிகளிலும் உயர்ந்த மலைத் தொடர்களிலும் உள்ளன. எல்லா மலைத் தொடர்களிலும் பனியாறுகள் இருப்பதில்லை. மலையுச்சிப் பகுதியில் நிலையாகப் பனிபடிந்து இருக்கும் மலைத்தொடர்களில்தான் பனியாறுகள் உள்ளன. எந்த மட்டத்திற்குமேல் நிலையாகப் பனி படிந்து இருக்கிறதோ அது **பனிக்கோடு** எனப்படும். பனிக்கோட்டின் உயரம் பூமத்தியரேகைப் பகுதியில் 5,500 மீட்டராகவும் துருவப் பகுதியில் கடல் மட்டமாகவும் உள்ளது. இமயமலைப் பிரதேசத்தில் பனிமழையின் அளவுக்கு ஏற்பப் பனிக்கோட்டின் உயரம் 4,200 முதல் 5,500 மீட்டர் வரை வேறுபடுகிறது.

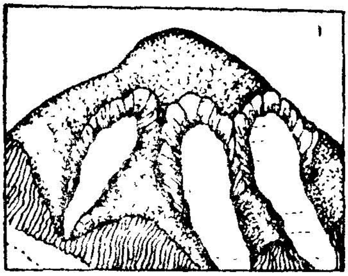
கண்டப் பனியாறுகள், பள்ளத்தாக்குப் பனியாறுகள் என்று பனியாறுகளை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். கண்டப் பனியாறுகள் நிலப்பரப்பு முழுவதையும் மூடியிருக்கும் பருமனான பனி அடுக்குகள் ஆகும் சான்றாக, அண்டார்டிக் கண்டம் பருமனான பனி அடுக்கால் மூடப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய பனி அடுக்குகள் முற்காலங்களில் அதிக அளவில் பரவியிருந்தன. சான்றாக, சுமார் ஒரு மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன், வட அமெரிக்காவின் வட பாதியையும், வடமேற்கு ஐரோப்பாவின் பெரும்பகுதியையும் பனி அடுக்குகள் மூடியிருந்தன.

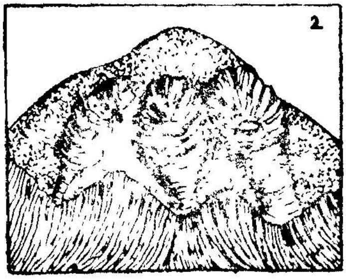
ஆல்ப்ஸ் மற்றும் இமயமலைப் பிரதேசங்களில் பள்ளத்தாக்குப் பனியாறுகள் உள்ளன. இவை மலைப் பனியாறுகள் அல்லது ஆல்பைன் பனியாறுகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவை பள்ளத்தாக்குகளின் வழியாகக் குறுகிய நாக்குப்போல் பரவுகின்றன. மலையுச்சிப் பகுதிகளை மூடியிருக்கும் பனிக்களங்களிலிருந்து இப்பனியாறுகள் தோன்றுகின்றன. பள்ளத்தாக்குப் பனியாறுகள் நீளத்திலும் பருமனிலும் சிறியவை ஆகும். ஆல்ப்ஸ் மலைத்தொடரில் உள்ள பள்ளத்தாக்குப் பனியாறுகளில் மிக நீளமானது 16 கி.மீ. நீளம் உடையது ஆகும். இமய மலைப் பகுதியில் 100 கி. மீட்டர்க்குமேல் நீளம் உடைய பனியாறுகள் உள்ளன. இப் பனியாறுகள் விளிம்புகளில் உருகிவிடுவதால் இவைகளிலிருந்து ஆறுகள் தோன்றுகின்றன. இமயமலையிலிருந்து தோன்றும் சில ஆறுகள் இவ்வாறு பனியாறுகளிலிருந்து உற்பத்தியாகின்றன.

பனியாறுகளின் அசைவு பள்ளத்தாக்கின் உராய்தலினால் தடைப்படுவதால், அவை நாளுக்குச் சில மீட்டர்கள் வீதம் நகர்

கின்றன. விரைவாக ஓடும் ஆற்றைப் போலப் பனியாறுகள் நிலத்தை அரிப்பதில்லை. பனியாற்றில் உறைந்துள்ள பாறைத் துண்டுகள் பனியாற்றுப் படுகையை அரிக்கின்றன பனியாறு கள் மெதுவாக நகரும்போது பள்ளத்தாக்கின் படுகையிலிருந்தும் பக்கங்களிலிருந்தும் பாறைத்துகள்களைப் பெயர்த்து எடுத்துச் செல்கின்றன. பனியாற்றின் அரிப்பு எல்லா இடங்களிலும் ஒரே வகையாக இருப்பதில்லை. பனியாற்றின் அரிப்பினால் வெவ்வேறு அளவுடைய பள்ளங்கள் தோன்றக்கூடும்.

அண்மைக் காலங்களில் பனியாறுகளால் அரிக்கப்பட்ட ஐரோப்பா மற்றும் வட அமெரிக்காவின் நிலப்பகுதிகள் இப்போது பனியாறுகளினால் மூடப்படாமல் இருப்பதால், பனியாறுகளால் முற்காலத்தில் உருவாக்கப்பட்ட நிலத்தோற்றங்களை ஆராய முடிகிறது. மலைப்பனியாற்றுப் பிரதேசத்தில் முக்கிய நிலத் தோற்றங்கள் சர்க்கு (Cirque) V வடிவப் பள்ளத்தாக்கு மற்றும் தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு ஆகும். கனடா, ஸ்காண்டிநேவியா போன்ற கண்டப்பனியாறுகளால் பாதிக்கப்பட்ட பிரதேசங்களில் பல அளவுடைய பள்ளங்களைக் கொண்ட உயர வேறுபாடுகள் குறைந்த ஒரு நிலப்பரப்புத் தோன்றியுள்ளது.




படம் 5 6
சர்க்குகள்

1. பனிக்காலத்தில், சர்க்குகள் பனிக்களங்களாக இருக்கின்றன.

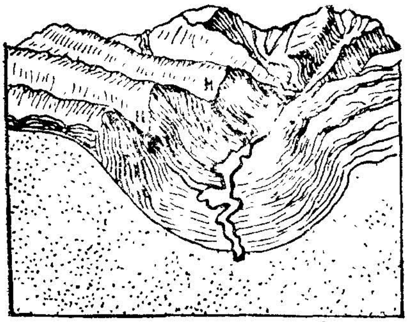
2 பனிக் காலத்திற்குப் பிறகு சர்க்குகளில் சிறியஏறிகள் உள்ளன.

மலையுச்சிப் பகுதியில் மலைப் பனியாறுகளின் செய்கையால் உருவாகும் முக்கியமான நிலத் தோற்றம் சர்க்கு (Cirque) ஆகும். இது வன்சரிவுப் பக்கங்களுடைய வட்டமான பள்ளம் ஆகும்.

மலையுச்சிப் பகுதியில் பனி மழை அதிகமாகப் பெய்வதால் பள்ளங்களில் பனி குவிகிறது. காலக் கழிவில் அழுத்தத்தின் விளைவாக பனிக் கட்டியாக மாறிவிடுகிறது. பாறையிலுள்ள கீறல்கள் மற்றும் புரையிடங்

களில் உள்ள நீர் அடுத்தடுத்து உறைவதாலும், உருகுவதாலும் பனிக்களங்களை அடுத்துள்ள பாறைகள் சிதைவுறுகின்றன. சிறிய பள்ளங்கள் பெரியவையாகவும் வட்டமாகவும் மாறுகின்றன. பள்ளத்தாக்குப் பனி ஆறுகள் பெரும்பாலும் சர்க்குகளிலிருந்து புறப்பட்டு ஆற்றுப் பள்ளத் தாக்கின் வழியாக நகர்கின்றன.

குறுகிய V வடிவமான ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகள் அதிக பருமனுடைய பனியாறுகள் செல்லத் தடையாக உள்ளன பள்ளத்தாக்கின் இருபக்கங்களிலும் பனியாறு நிரம்பி வழிகிறது. பனியாற்றின் அடிப் பகுதியில் பாறைத் துண்டுகள் இருப்பதால் பனியாறு நகரும்போது பனியாற்றுப் படுகை அரிக்கப்பட்டு V வடிவப் பள்ளத்தாக்கு U வடிவப் பள்ளத்தாக்காக மாறுகிறது. V வடிவப் பள்ளத்தாக்கு அகன்ற படுகையும் செங்குத்துப் பக்கங்களும் உடையது மலையுச்சிப் பகுதியில் சர்க்கு எவ்வாறு சிறப்பாக உள்ளதோ அவ்வாறு கீழ்ச் சரிவுகளில் U வடிவப் பள்ளத்தாக்கு சிறந்த நிலத் தோற்றமாக உள்ளது.



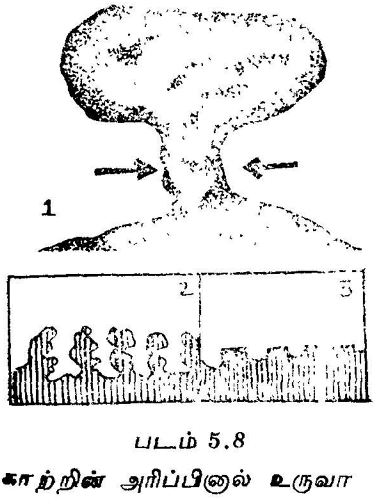
படம் 5.7
U வடிவப் பள்ளத்தாக்கு மற்றும் தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு
(முதன்மைப்பள்ளத்தாக்கு ஓர் U வடிவ பள்ளத்தாக்கு ஆகும். இப் பள்ளத்தாக்கின் அகன்ற படுகையையும், வன் சரிவான பக்கங்களையும் கவனி H தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு.)

பனியாறுகளால் பாதிக்கப் பட்ட மலைப்பிரதேசங்களில் துணைப் பனியாறுகளின் பள்ளத்தாக்கு, முதற்பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் மட்டத்திற்குச் சமமாக ஆழமாக்கப் படுவது இல்லை. பள்ளத்தாக்கின் மட்டம் வெவ்வேறாக இருப்பினும் பனியாற்றின் பருமன் மிகுதியாக இருப்பதால் துணைப் பனியாறு முதற்பனியாற்றை ஒரே மட்டத்தில் சந்திக்கும். பனியாறுகள் உருகி மறைந்த பிறகு துணைப் பள்ளத்தாக்கு தொங்கும் நிலையில் இருக்கும். இவ்வாறு உள்ள துணைப் பள்ளத்தாக்கில் பாயும் ஆறுகள் நீர்வீழ்ச்சியின் வழியாக முதலாற்றுப் பள்ளத்தாக்கை அடைகின்றன. நீர்வீழ்ச்சி அமைந்துள்ள இடம் தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு ஆகும்.

பனியாறுகள் உருகி விடும் போது பனியாற்றினுல் எடுத்துச் செல்லப் பட்ட பொருள்கள் யாவும் ஒழுங்கற்ற உருவமுடைய குவியங்களாகப்படிந்து விடுகின்றன. இப்படிவுகள் மொரைன்கள் (Moraines) எனப்படும் பனியாற்றின் விளிம்பில் படிவாகும் படிவுகள் விளிம்பிலுள்ள மொரைன்கள் எனப்படும் பக்கவாட்டு மொரைன்கள் பள்ளத் தாக்கின் பக்கங்களில் படிவாகின்றன. பனியாற்றின் தேய்த்து அரிக்கும் செய்முறையால் உண்டான பாறைப் பொடியை பனியாறுகள் உருகுவதினுல் தோன்றும் அருவிகள் அதிக அளவில் எடுத்துச் செல்கின்றன. பள்ளத் தாக்குப் படுகையில் படிவாகும் இப்படிவுகள் பாறைக் களிமண் (Boulder clay) எனலாம்.

**காற்று**

காற்றின் இயக்கம் எல்லாப் பிரதேசங்களிலும் இருப்பினும் பாலை நிலப்பிரதேசங்களில் சிறப்பாகக் காணப்படுகிறது. காற்றில் அதிக அளவு மணல் எடுத்துச் செல்லப்பட்டால் தான் அது நிலத்தை அரிக்கும் தன்மையுடையதாகிறது. மணல் துகள்களின் உராய்தலினுல் நிலம் அரிபடுகிறது. தாவர வளர்ச்சி இல்லாததால் நிலப் பரப்பின்மேல் காற்றுத்தடையின்றி விசுகின்றது. புழுதிப் புயல்களின் போது காற்றின் எடுத்துச் செல்லும் திறன் உச்சமாக இருக்கும். தூசித்துகள்கள் தொங்கும் நிலையில் அதிக உயரத்தி ல் காணப் பட்டாலும் மணல் துகள்கள் நிலப் பரப்பிலிருந்து சில மீட்டர் உயரம் வரைதான் காற்று மண்டலத்தில் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. ஆகையால் காற்றின் அரிப்புச் செய்கை காற்றில் மணல் எடுத்துச் செல்லப்படும் மட்டம் வரையில்தான் செயல்படுகிறது.




படம் 5.8

காற்றின் அரிப்பினுல் உருவாகும் தோற்றங்கள்

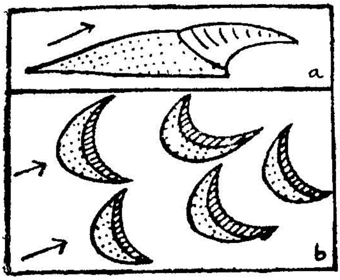
1. காளான் பாறை அம்புக்குறி காற்றினுல் ஏற்படும் உச்சமான அரிப்பின் மட்டத்தைக் குறிப்பிடுகிறது.

2. யார்டஸ், சாய்கள்

காற்றின் அரிப்பினுல் தோன்றும் சிறப்பான நிலத்

தோற்றம் காளான் பாறை (Mushroom Rock) எனப்படும். இது காளான் போல அகன்ற மேற்பகுதியும் குறுகிய அடிப்பகுதியும் கொண்டதாகும். குறுகிய அடிப்பகுதி காற்றினால் ஏற்பட்ட உச்சமான அரிப்பின் விளைவு ஆகும். நிலப்பரப்பிற்கு அருகில் உராய்தலின் விளைவாக காற்றின் வேகம் தடைப்பட்டு அரிப்புச்செய்கை செயல் படுவதில்லை. நிலப்பரப்பிற்கு சில மீட்டர் உயரே உள்ள பகுதியில் காற்றின் வேகம் மிகுதியாயிருப்பினும் மணல் துகள்கள் இல்லாததால் அரிப்புச் செய்முறை காணப்படுவதில்லை. ஆகையால் காளான் பாறையின் அடிப்பகுதி மட்டும் அரிபட்டு மெலிந்து காணப்படுகிறது. யாரிடஸ் (Yardang) சாய்கன் (Zengen) முதலியவை காற்றின் அரிப்பினால் ஏற்படும் மற்ற நிலத் தோற்றங்களாகும்.

காற்றின் வேகம் குறைந்தாலோ அதன் பாதையில் ஏதாவது தடை இருந்தாலோ காற்றினால் எடுத்துச் செல்லப்படும் பொருள் படிவாகிறது. மணல் மேடுகளும் காற்றடி வண்டற் படிவுகளும் படிதலினால் ஏற்படும் நிலத்தோற்றங்களாகும். மணல் மேடுகள் பல அளவுகளிலும் உருவங்களிலும் இருக்கலாம். மணல் மேடுகளில் அதிகமாகக் காணப்படும். வகை பிறைவடிவமான பார்கன் (Barchan) என்ற வகை ஆகும். காற்று வீசும் திசைக்கு எதிராக இவை படிவாகின்றன. பிறை வடிவத்தின் இரண்டு நுனிப்பகுதிகளும் காற்றுவீசும் திசையில் நீண்டு இருக்கும். மணல்மேட்டின் உயரம் 30 மீட்டருக்குமேல் இருக்காது. உச்சமான அகலம் மையப் பகுதியில் சுமார் 400 மீட்டர் இருக்கும். உயரமும் அகலமும் நுனிப்பகுதிகளில் குறைவாக இருக்கும். இம்மணல் மேடுகள் காற்று வீசும் திசையில் நகர்கின்றன. காற்று வீசும் திசைக்கு இணையாகப் படிவாகிய மணல் மேடுகள் நெடுமணல் மேடுகள் (Seif) எனப்படும்.



படம் 5.9
பார்க்கன்

அ. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் சரிவு வேறுபாடுகளைத் தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

ஆ. பார்க்கன்கள் காற்றின் திசைக்குக்குறுக்கே அமைந்திருப்பதைக் கவனி

பாலை நிலத்தின் ஓரங்களில் காற்றிலுள்ள தூசிப் பொருள்கள் அதிக அளவில் படிவாகின்றன. இத் தூசிப் பொருள்

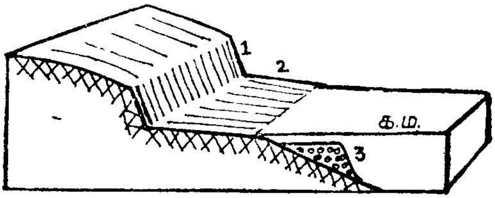
-கள் காற்றில் தொங்கு நிலையில் இருப்பதால் அதிக தொலைவுக்கு எடுத்துச் செல்லப் படுகின்றன. மழை பெய்யும் போது இவை படிவாகின்றன. இவ் வகையில் காற்றினால் படிவாக்கப் பட்ட படிவுகள் காற்றடி வண்டல் (Loess) எனப்படுகின்றன. வட மேற்கு சீனாவில் இவை சிறப்பாக உள்ளன. இப் பிரதேசத்தில் காற்றடி வண்டற் படிவுகள் நூறு மீட்டர் பருமன் உடையவை யாயும் முன்பிருந்த நிலத் தோற்றம் முழுவதையும் மூடியவை யாயும் காணப்படுகின்றன. காற்றடி வண்டற் படிவுகளின் அரிப்பினால் தோன்றிய மண்ணடுக்கு செழிப்பானது ஆகும்.

மித வரட்சிப் பகுதிகளில் காற்றின் செய்கையுடன் மழைக் காலத்தில் ஓடும் நீரின் செய்கையும் செயல் படுகிறது. ஆறுகள் வற்றி விடும் பண்பு உடையவையாயிருப்பினும் இவைகளின் செய்கையால் சிதைவுற்ற பாறைத் துகள்கள் சரிவின் கீழ்ப் பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்லப் படுகின்றன. இப் பிரதேசங்களில் உருவாகும் சிறப்பான நிலத் தோற்றம் பெடிமெண்ட் (Pediment) எனப்படும். பெடிமெண்டுகள் மென் சரிவுடைய பரந்த நிலப் பரப்புகள் ஆகும். இவை வன் சரிவான மலைச் சரிவை யடுத்து மலையடிவாரத்தில் காணப்படுகின்றன. இப் பெடி மெண்டுகளின் சமமட்டமான பரப்பிலிருந்து உயர்ந்து நிற்கும் குன்றுகள் தீவுக்குன்றுகள் (இன்செல் பெர்க்குகள்) (Inselbergs) எனப்படுகின்றன.

### அலைகள்

கடலும் நிலமும் இணையும் கடற்கரைப் பிரதேசத்தில் மட்டும் அலையின் செய்கையைக் காண முடிகிறது. கடற் கரையின் சரிவு கடற்கரையில் காணப்படும் பாறைகள் அலை களின் பண்புகள் இவற்றைப் பொறுத்து அலைகளின் செய்கை இருக்கும். காற்றின் வீச்சினால் பெரும்பாலும் கடலில் அலைகள் தோன்றுகின்றன. இவ்வலைகள் கடற்கரையை நோக்கிவரும் போது, அவைகளின் போக்கு கடற்கரை அருகில் ஆழம் குறைவதால் தடைப்படுகிறது. அலையின் உச்சிப் பகுதி முன்னே தள்ளப்பட்டு உடைந்து விடுகிறது. அலைகளின் இச் செய்கை யினால் கடற்கரையில் நிலம் அரிபடுகிறது. அலைகள் பின் நோக்கி நகரும்போது அரிக்கப்பட்ட துகள்கள் கடல் தரையிலோ கடற் கரையின் மற்றொரு பகுதியிலோ படிந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு அலைகளின் செய்கையில் அரித்தல், கொண்டு செல்லல், படிதல் என்ற மூன்றும் அடங்கியுள்ளன.

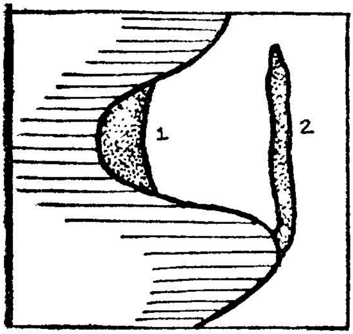
அலைகளின் அரிப்பினால் தோன்றும் பிரதான நிலத்தோற்றம் ஓங்கல் ஆகும். ஓங்கல் கடற்கரையை நோக்கியுள்ள வன்சரிவு ஆகும். வன்சரிவுடைய கடற்கரைப் பகுதிகளில் ஓங்கல் சிறப்பாக வளர்ச்சி அடைகிறது. தொடர்ச்சியாக அலைகளின் அரிப்பினால் ஓங்கல் படிப்படியாக பின் நகர்கிறது. ஓங்கலின் உயரமும் அதிகரிக்கிறது. ஓங்கலின் பின் நகர்தலினால் அதன் அடிவாரத்தில் அரிப்பினால் ஏற்பட்ட ஒரு மேடை உருவாகிறது. கடினப் பாறைப் பிரதேசங்களில் ஓங்கல் சிறப்பாக வளர்ச்சியடைகின்றன.




படம் 5.10
அலைகளின் அரிப்பு

1. ஓங்கல் 2. அலைகளின் அரிப்பினால் தோன்றிய மேடை 3. கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே படிதலினால் தோன்றிய திட்டு.

கடற்கரையில் அலைகளினால் பொருள்கள் படிவாக்கப்படுவதால், கடற்கரையில் பீச்சுகள் தோன்றுகின்றன. இத்தகைய படிவுகள் குறைந்த ஆழம் உடைய அமைதியான குடர்க்களில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. பீச்சுகளில் மணல், பரல், மற்றும் கூழாங் கற்கள் வெவ்வேறு விகிதங்களில் காணப்படலாம். மென் சரிவுடைய கடற்கரைப் பகுதிகளில் பீச்சுகள் பெரிய அளவில் உள்ளன.




படம் 5.11
அலைகளின் படிதல்

1. குடாவில் தோன்றிய பீச்சு 2. மணற்றடை

மணலும், பரலும், கடற்கரைக்கு இணையாக ஒரு கரை போன்று படிவாகலாம். இதற்கு மணற்றடை (Sand Bar) எனப்

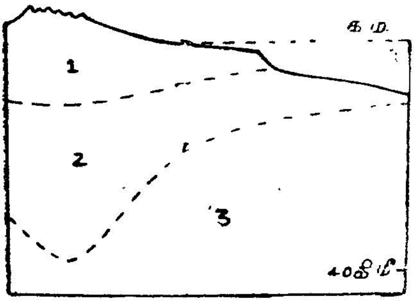
பெயர். காலக்கழிவில் இவை வளர்ச்சி அடைகின்றன. மணற்றடைக்கும் கடற்கரைக்கும் இடையேயுள்ள ஆழமற்றகடல் காயலாக மாறிவிடுகிறது. கேரள மாநிலத்திலுள்ள காயல்கள் இவ்வாறு தோன்றியவை ஆகும். கடற்கரையினின்று நீண்டு இருக்கும் மணற்றிட்டுக்கள் ஸ்பிட்டுகள் (Spits) எனப்படுகின்றன.

ஒரு பிரதேசத்திலுள்ள கடற் கரையின் தன்மை, புவி அசைவுகள், கடல், இதர மாற்றங்கள் போன்ற காரணிகளைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது. சான்றாக கடல் மட்டம் உயர்ந்தால், நிலத்தின் ஒரு பகுதி மூழ்கி கடற்கரை தாழ்த்தப்பட்ட கடற்கரை (Shore line of Submergence) 'எனப்படும். இத்தகைய கடற்கரையில் அடுத்தடுத்து கடலை நோக்கி உள்ள நீண்ட நிலப்பகுதிகளும் குடாக்களும் காணப்படும். கடல்மட்டத்தில் மாற்றம் இல்லாமல் நிலம் தாழ்த்தப்படுவதாலும் தாழ்த்தப்பட்ட கடற்கரை தோன்ற முடியும். இக்கடற்கரைகளில் அலைகளின் அரிப்பு நீண்ட நிலப் பகுதிகளின் விளிம்புகளிலும் படிதல் குடாக்களிலும் நிகழ்கிறது. பம்பாய்க்குத் தெற்கேயுள்ள இந்தியாவின் மேற்குக் கடற்கரை தாழ்த்தப்பட்ட கடற்கரைக்குச் சிறந்த சான்று ஆகும் கடல் மட்டம் தாழ்ந்துவிடுவதாலோ, கடற்கரையில் நிலம் உயர்த்தப்படுவதாலோ, பின்பிருந்த கடல் தரையின் ஒரு பகுதி இப்போது பரப்பில் காணப்படுகிறது. இத்தகைய கடற்கரை உயர்த்தப்பட்ட கடற்கரை (Shore line of Emergence) எனப்படும். இக் கடற்கரையின் சரிவு மென்சரிவாக உள்ளதால் நிலம் அரிபடுவது குறைவு ஆகும். படிதலினால் ஏற்படும் பீச்சுகள் மணற்றடைகள், காயல்கள், சதுப்பு நிலங்கள் முதலியவை பொதுவாக காணப்படுகின்றன. கேரள மாநிலத்தின் கடற்கரை உயர்த்தப்பட்டக் கடற்கரைக்குச் சிறந்த சான்று ஆகும். அடுத்து அடுத்து தாழ்த்தப் படுவதாலும் தோன்றும் கடற்கரை கூட்டுக் கடற்கரை (Compound Shore lines) எனப்படலாம். கடல் மற்ற மாற்றங்களினால் பாதிக்கப்படாத கடற்கரை நடுநிலைக் கடற்கரை (Neutral) எனப்படும். எரிமலைகளின் கடற்கரைகள் இத்தகைய கடற்கரைக்குச் சான்று ஆகும்.

## சமநிலை தன்மைக் கொள்கை

நிலப்பரப்பை உருவாக்குவதில் இரண்டுவகையான விசைகள் செயல்படுகின்றன என்று நாம் பார்த்தோம். அகமுறைகள் பொதுவாக ஆக்கும் தன்மையுடையவை. ஏனெனில் இவைகளின் செய்கையால் உயர்ந்த மலைத்தொடர்களும், பரந்த பீடபூமிகளும்

எரிமலைகளும் தோன்றுகின்றன. புற முறைகள் நிலப் பரப்பில் உள்ள வேறுபாடுகளை நீக்கி ஒரு சம மட்டமான நிலப் பரப்பை ஏற்படுத்த முயல்கின்றன. இவ்விரண்டு விசைகளும் ஒன்றுக்கொன்று உதவுகின்றன. அகமுறைகள் செயல்படாவிட்டால் நிலப் பரப்பு எப்போதோ ஒரு சம நிலமாக உருவாகிவிட்டிருக்கும். புறமுறைகள் செயல்படாமல் இருந்தால் நிலப்பரப்பில் வேறுபாடுகள் மிகுதியாக இருக்கும். சமநிலங்கள் இருக்க மாட்டா. இவ்விரண்டு செய் முறைகளும் ஒரு சமநிலையில் உள்ளன எனலாம்.




படம் 5.12

சமநிலைத் தன்மை

1. சியால் அடுக்கு 2. சீமா அடுக்கு 3. உள்ளடுக்கு

புறமுறைகள் அதிக அளவில் பொருள்களை நிலத்திலிருந்து கடலுக்கு எடுத்துச் செல்வதால், சமநிலை கலைக்கப்படுகிறது. எரிமலைகள் அதிக அளவு லாவா அடுக்குகளைப் படிவாக்குவதாலும் சமநிலை பாதிக்கப்படுகிறது. நிலப் பரப்பில் பனிக்கட்டி அடுக்குகள் சேர்வதாலும் எடை மிகுந்து சமநிலை மாற்றப் படுகிறது. இவ்வாறு சமநிலைமாற்றப்படும் போது புவியின் மேலோட்டின் அசைவுகளும் மேலோட்டிற்குக் கீழே பொருள் நகர்வதும் நடைபெற்று மீண்டும் சமநிலை ஏற்படுகிறது. புவியின் மேலோட்டில் தோன்றும் அழுத்த வேறுபாடுகளை புவி அசைவுகள் மற்றும் புவியதிர்ச்சிகள் சமநிலைப்படுத்த உதவுகின்றன.

குறைந்த அடர்த்தி உடைய சியால் அடுக்காலான கண்டங்கள் கீழேயுள்ள மிகுந்த அடர்ந்தியுடைய சீமா அடுக்கில் மிதக்கின்றன எனலாம். மலைப்பிரதேசங்கள் அரிப்புச் செய்முறையினால் அரிக்கப் படுவதால் அவற்றின் எடை குறைகிறது. இதன் விளைவாக அவை உயர்கின்றன. இதை கப்பலிலிருந்து பொருள் அகற்றப் படுவதால் அது படிப்படியாக உயர்வதற்கு ஒப்பிடலாம். பனிக்கட்டி அடுக்குகள் படிந்து விடுவதால் நிலம் தாழ்த்தப் படுகிறது. பனிக்கட்டி அடுக்கு உருகிய பின் நிலைப்

படிப்படியாக உயர்கிறது. இத்தகைய உயர்தல் ஸ்காண்டி நேவியாவில் காணப்படுகிறது. இவ்வாறு ஏற்படும் மேலோட்டின் அசைவுகளை சமநிலை உண்டாக்கும் அசைவுகள் (Isostatic movements) எனலாம்.

## பயிற்சி

**சுருக்கமாக விடையளிக்கவும் :**

1. சிதைவுச் செய்முறை என்பது யாது?
2. பௌதீகச் சிதைவு மற்றும் இரசாயனச் சிதைவு இரண்டிற்கும் இடையேயுள்ள வேற்றுமையை விவரி.
3. பௌதீகச் சிதைவு முறைக்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டு தருக.
4. நிலச் சரிவுகள் எவ்வகையில் ஏற்படுகின்றன?
5. ஓர்நிலையாதலின் இரு செய்முறைகளைக் குறிப்பிடுக.
6. தேய்தல் என்பது யாது?
7. ஓர் ஆற்றின் பாதையில் எவ்வாறு சரிவு, நிரைவு மற்றும் சுமையளவு முதலியவை வேறுபடுகின்றன என்று விவரி.
8. வெள்ளச் சமநிலங்கள் எவ்வாறு உருவாகின்றன?
9. மியாண்டர்கள் என்றால் என்ன?
10. ஓர் ஆறு தன்னுடைய கடைசிப் பகுதியில் செய்யும் வேலையை விவரி.
11. டெல்டாவைப் பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.
12. கண்டப் பனியாறுகளுக்கும் பள்ளத்தாக்குப் பனியாறுகளுக்கும் இடையேயுள்ள வேற்றுமையை விவரி.
13. சர்க்குகள் எப்படி தோன்றுகின்றன?
14. மொரைன்கள் என்பவை யாவை?
15. காற்றின் அரிப்பினால் ஏற்படும் நிலத் தோற்றங்கள் எவை?
16. பார்க்கன்களை விவரி.

17. தாழ்த்தப்பட்ட கடற்கரை என்பது யாது?

18. சமநிலைத் தன்மை என்றால் என்ன?

விரிவாக விடையளிக்கவும் :

1. ஓர் ஆற்றின் தலைப் பகுதியின் சிறப்பு அம்சங்களை விவரி.

2. தலைப் பகுதி, இடைப் பகுதி மற்றும் கடைப் பகுதி களில் ஓர் ஆறு செய்யும் வேலையில் உள்ள வேறு பாடுகளைத் தெளிவாக எடுத்துக் கூறுக?

3. மலைப் பிரதேசங்களில் பனியாறுகளினால் ஏற்படும் நிலத் தோற்றங்களை விவரி.

4. அலையின் செய்கையால் தோன்றும் நிலத் தோற்றங்களை விவரி

5. சமநிலைத் தன்மைக் கொள்கையை ஆராய்க.

# 6. நீர் மண்டலம் — I

புவிப் பரப்பிலுள்ள கடல்கள், ஏரிகள் ஆறுகள் பனி யாறுகள் முதலிய நீர் நிலைகளும் மற்றும் நிலத்தடி நீரும் வளி மண்டலத்திலுள்ள நீராவியும் நீர் மண்டலத்தைச் சேர்ந்தவை யாகும். புவியில் வாழும் உயிரினங்களிலும் நீர் இருக்கின்றது. ஞாயிற்றுக் குடும்பத்திலுள்ள கோள்களைக் காட்டிலும் புவியில் அதிக அளவு நீர் இருப்பதால், இதை 'நீர்க்கோள்' என்று கூறுகின்றனர். கடல்களின் பரப்பு, புவியின் மொத்தப் பரப்பில் 71% ஆகும். புவியின் பௌதீகச் சூழ்நிலையில் நீர் மண்டலம் ஓர் முக்கிய இடத்தைப் பெறுகின்றது.

## நீரின் முக்கியத்துவம்

புவிப் பரப்பில் அதிக அளவில் நீர் கிடைப்பதால் தான் எல்லா உயிரின வகைகள் வாழவும் வளர்ச்சியடையவும் முடி கின்றது. மனிதனுடைய எல்லா வாழ்க்கை வசதிகட்கும் நீர் தேவைப் படுகின்றது. மழையிலிருந்து கிடைக்கும் தண்ணீரையும் ஆறுகள் ஏரிகளிலிருந்து பெறப்படும் நீரையும் அடிப்படை யாகக் கொண்டது விவசாயம் ஆகும். நீர்ப் பாசனத்தின் வளர்ச்சியினால் புதிய நிலங்கள் பயிரிடப் படுவதோடு விளைச் சலும் அதிகமாயுள்ளன. ஆடு மாடுகள் போன்ற பிராணிகளின் மேய்ச்சல் தொழிலும் நீர் கிடைப்பதைப் பொருத்து உள்ளன.

இரும்பு, எஃகு, காகிதம், துணிவகைகள் இரசாயனப் பொருள்கள் போன்றவற்றை உற்பத்தி செய்வதற்கும் தொழிற் சாலைகள் அதிக நீரைப் பயன்படுத்துகின்றன. ஆற்றில் ஓடும் நீரின் விசையைப் பயன்படுத்தி மின்விசை உற்பத்தி செய்யப் படுகின்றது. வற்றாத தன்மையும் படுகைகளில் வன் சரிவுகளும் நீர் வீழ்ச்சிகளும் உள்ள ஆறுகள் மின்விசை உற்பத்திக்கு உகந்தவை ஆகும். சான்றாகக் காவிரி ஆற்றிலுள்ள சிவ சமுத்திரம் நீர்வீழ்ச்சி மின் உற்பத்திக்குப் பயன்படுகின்றது.

கப்பல் போக்குவரத்திற்கும் நீர்ப்பயன்படுகின்றது. கடல் மார்க்கங்களின் வளர்ச்சி அயல் நாட்டு வாணிபத்தை ஊக்கு வித்துள்ளன. பெரிய கப்பல்கள் மிகுந்த எடையுடைய பொருள்

இனைக் குறைந்த செலவில் எடுத்துச் செல்கின்றன. கடற்கரையி லிருந்து உள்நாட்டுப் போக்குவரத்திற்கு ஆறுகள், கால்வாய்கள், மற்றும் ஏரிகள் பயன்படுகின்றன. சான்றுக சோவியத் நாட்டில் உள் நாட்டு நீர்வழிகள் பிரதானமான ஆறுகளையும் அடுத்துள்ள கடல்களையும் இணைக்கும் வகையில் அமைந்துள்ளன. சமைப் பதற்கும் குடிப்பதற்கும், குளிப்பதற்கும், துவைப்பதற்கும், கழிவுப் பொருள்களை அகற்றுவதற்கும் மற்றவகைகளிலும் மனிதனுடைய தேவையைப் பூர்த்தி செய்ய அதிக அளவு நீர் தேவைப்படுகின்றது. நம் நாட்டில் எல்லாக் கிராமங்களிலும் பாதுகாக்கப்பட்ட குடிநீர் கிடைப்பதில்லை. சில இடங்களில் கிராமத்தில் வசிக்கும் மக்கள் 1 கி.மீ. தூரத்திற்கு மேல் நடந்து சென்று நீரைக் கொண்டு வருகின்றனர். பெரிய நகரங்களுக்கு வேண்டிய நீரை அளிப்பது மிகுந்த செலவையும் கஷ்டத்தையும் கொடுக்கின்றது. நகரத்திற்கு அளிக்கப்படும் நீரின் ஒரு பகுதி அங்குள்ள தொழிற்சாலைகளின் தேவையையும் பூர்த்தி செய் கின்றது. நீந்துதல், படகுவிடுதல் போன்ற பொழுது போக்கு வசதிகளுக்கும் நீர் தேவைப்படுகின்றது. ஆறுகள், ஏரிகள், கடல்கள் போன்ற நீர்நிலைகள் மீன்பிடிப்பதற்குப் பயன் படுகின்றன.

வெள்ளத்தின் போது ஓடும் அதிக நீரினுலும் வறட்சியின் போது நீர் கிடைக்காததாலும் அதிக அளவில் சேதமும் இழப்பும் ஏற்படுகின்றது. வெள்ளத்தினுல் ஆறுகளிலும் பள்ளத்தாக்கு களிலும் டெல்டாக்களிலும் தாழ் நிலங்கள் மூழ்கி விடுவதால் மிகுந்த அளவு பொருள் சேதமும் உயிர்ச் சேதமும் ஏற்படு கின்றன. தமிழ் நாட்டில் காவிரிப்பள்ளத்தாக்கும் டெல்டாவின் சில பகுதிகளும் வெள்ளத்தினுல் பாதிக்கப்படக்கூடும். தர்மபுரி, இராமனுதபுரம், முதலிய மாவட்டங்கள் வறட்சியினுல் பாதிக்கப் படுகின்றன.

மனிதனுடைய வாழ்க்கை முறைகளுக்கு அடிப்படையாக நீர் தேவைப்படுவதால், ஒரு பிரதேசத்திலுள்ள நீர்வளத்தினை திட்டமிட்டுப் பயன்படுத்துவது அவசியமாகும். வெள்ளத்தைக் (.ட் படுத்தவும், நீர்ப்பாசனத்திற்கும், மின் விசை உற்பத் திக்கும் நீர்வழிப் போக்குவரத்திற்கும் நகரங்கள் மற்றும் தொழிற்சாலைகளின் நீர்த்தேவைக்கும் பல்நோக்குத் திட்டங்கள் உதவுகின்றன. சான்றுக தாமோதர் பள்ளத்தாக்குத் திட்டம் ஒரு பல்நோக்குத் திட்டமாகும். நீர்வளத்தின் அளவு குறிப் பிட்ட அளவு இருப்பதாலும் நகரிலும் கிராமத்திலும் நீரின்

தேவை படிப்படியாக அதிகரித்து வருவதாலும் நீர்வளத்தைச் சரியாக திட்டமிட்டு பயன்படுத்துவது அடிப்படையாகின்றது.

**நீரின் இருப்பிடங்கள்**

உலகத்தில் கிடைக்கும் மொத்த நீரின் அளவு சுமார் 1360 மில்லியன் கன கிலோ மீட்டர்கள் என்று மதிப்பிடப்பட்டுள்ளன. இது திட திரவ மற்றும் வாயு நிலையிலுள்ள நீரைச் சேர்ந்த மதிப்பீடு ஆகும். இந்த மொத்த அளவில் கடல்களில் உள்ள மொத்த நீரின் அளவு 1322 மில்லியன் கன கி.மீ. அல்லது 97% ஆகும். இந்த அதிக அளவுடைய நீர், அதில் கரைந்துள்ள உப்புக்களினால், மனிதனுக்கு அதிகமாகப் பயன்படுவதாயில்லை. நிலத்தின் மேல் நீர் திடநிலையிலும் திரவ நிலையிலும் காணப்படுகின்றது. அண்டார்க்டிகா (Antarctica) கிரீன் லாந்து போன்ற துருவப் பகுதிகளிலும் இமயமலை போன்ற உயர்ந்த மலைத் தொடர்களிலும் உள்ள பனிக்கட்டி அடுக்குகளும் பனி ஆறுகளும் சுமார் 29.2 மில்லியன் கன கிலோமீட்டர் நீரைப் பெற்றுள்ளன. இது நீர் மண்டலத்திலுள்ள மொத்த நீரின் அளவில் 2.15% தான். ஆனாலும் நல்ல தண்ணீரின் அளவில் 75% ஆகின்றது. பனிக்கட்டி அடுக்குகளும் பனியாறுகளும் மனிதனுடைய நீர்த் தேவையைப் பூர்த்தி செய்ய அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படவில்லை.

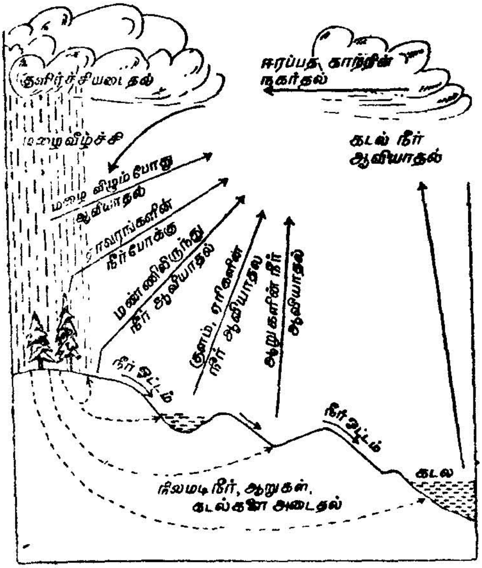
மனிதனால் பயன்படுத்தப்படும் நல்ல தண்ணீரின் பெரும் பகுதி ஏரிகளிலிருந்தும் ஆறுகளிலிருந்தும் பெறப்படுகின்றன. இத்தகைய நீர் நிலைகளிலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய நீரின் அளவு 0.23 மில்லியன் கன கி.மீ. ஆகும். சில இடங்களில் நிலப்பரப்பிற்குக் கீழே பாறைகளில் தேங்கியுள்ள நிலத்தடி நீரும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. மண் அடுக்கில் உள்ள ஈரம் தாவர வளர்ச்சிக்கு உகந்ததாகின்றது. நிலத்தடி நீரின் மொத்த அளவு ஏரிகள் மற்றும் ஆறுகளிலிருந்து பெறக்கூடிய நீரளவைப் போல் சுமார் 40 மடங்கு ஆகும். நிலத்தடி நீரின் மொத்த அளவு 8.3 மில்லியன் கன கி.மீ. என்று மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இதில் சுமார் 50% தான் 800 மீட்டர் ஆழத்திற்குள் கிடைக்கக் கூடியதும் எளிதில் பயன்படுத்தக்கூடியதும் ஆகும். 800 மீட்டர்க்கு மேல் அதிக ஆழத்திலுள்ள நீரை எளிதில் இறைத்தும் பயனடைய முடியாது.

வளி மண்டலத்தில் மிகக் குறைந்த அளவு தான் நீராவி இருப்பினும் இது மிகுந்த முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. வளி

மண்டலத்தில் சராசரியாக சுமார் 0.013 மில்லியன் கி.மீ. தான் நீராவியுள்ளது, இது நீர் மண்டலத்தில் உள்ள மொத்த நீரளவில் 0.001% தான் ஆகும். வளிமண்டலத்திலிருந்து பெறப்படும் மழை, பனி மழை போன்ற பிற வகைகளிலும் நீர் விழுவதால் நிலப்பரப்பில் நல்ல தண்ணீர் கிடைக்கின்றது. மழை நிலப் பரப்பின் மேல் ஓடும், தேங்கியுள்ள நீர், மற்றும் நிலத்தடி நீர் இவைகளிலிருந்து பெறப்படும் நல்ல தண்ணீரின் நீரளவு மிகவும் குறைந்ததாக இருப்பது தெளிவாகின்றது.

**நீரின் போக்கில் ஏற்படும் சுழற்சி (Hydrological cycle)**

கடலிலும் நிலத்தின் மீதும், வளி மண்டலத்திலும் உள்ள நீர் எப்போதும் இடம்மாறிக் கொண்டேயுள்ளது. நிலத்தின் மேல் அருவிகளாகவும், ஆறுகளாகவும், நீர் வழிந்து ஓடுகின்றன.




படம் 6.1

நீரின் போக்கில் ஏற்படும் சுழற்சி

(இச்சுழற்சியில் அடங்கியுள்ள செய்முறைகளைக் கவனி.)

கடல்களில் அலைகளும் ஓதப் பெருக்கமும் நீரோட்டங்களும் அதிக அளவில் அதிகத் தொலைவுக்கு நீரை எடுத்துச் செல்கின்றன. வளி மண்டலத்திலுள்ள நீராவி காற்றினால் எடுத்துச்

செல்லப்படுகின்றது. இதற்குமாறாக சில விடங்களில் ஏரிகளிலும் பனிக்கட்டிகளிலும் நீர் சில காலம் நிலையாகத் தேங்கியிருக்கக் கூடும்.

ஒவ்வொரு மண்டலத்திலும் நீர் இடம் மாறுவதோடல்லாமல் ஒரு மண்டலத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்கு நீர் செல்கின்றது. சான்றாக கடல் நீர் ஆவியாதலினால் கடலிலிருந்து வளி மண்டலத்திற்குக் காற்று பரவுகின்றது. ஆறுகள் நிலத்திலிருந்து கடலுக்கு நீரை எடுத்துச் செல்கின்றன. வளி மண்டலத்திலிருந்து நீர் பொழிவதனால், நிலப்பரப்பும் கடல் பரப்பும் நீரைப் பெறுகின்றன. நிலத்திற்கு அடியில் நீர்க்கசிந்து மீண்டும் வேறொரு இடத்தில் ஊற்றாக வெளிவரக்கூடும். மண்ணடுக்கிலுள்ள நீர், தாவரங்களினால் உறிஞ்சப்பட்டு இலைகளின் வழியாக ஆவியாகி விடுகின்றது.

நிலம், கடல் மற்றும் வளி மண்டலங்களுக்கு இடையே ஏற்படும் நீரின் மாற்றங்களை ஒரு தொடர்ச்சியாக இயங்கும் நீரின் சுழற்சியாகக் (Hydrological cycle) கருதலாம். இச்சுழற்சி இயற்கையில் பல சிக்கல்கள் உடையதாக இருப்பினும் ஒரு எளிதான சுழற்சியில் மூன்று பகுதிகளைக் காணலாம். முதல் பகுதியில் கடலிலுள்ள நீர் ஆவியாகி வளிமண்டலத்தில் சேர்கின்றது எனலாம். நீராவி மிகுந்த காற்று நிலம் நோக்கி வீசுவதால் நீராவியின் ஒரு பகுதி நீர்ப் பொழிவாக நிலத்தின் மேல் விழுகின்றது. மூன்றாவது நிலையில் நிலத்தின் மேல் விழுந்த நீர் ஆறுகளாக வழிந்து ஓடி மீண்டும் கடலை அடைந்து விடுகின்றன. நிலத்தின் மேல் ஏரிகளிலும் பனிக்கட்டிகளிலும் நீர் தேங்கிவிடுவதால் இத்தகைய எளிதான நீர் சுழற்சி பாதிக்கப்படுகிறது. மண்ணடுக்கிலும் நிலத்தின் கீழே பாறைகளில் நிலத்தடி நீராகவும் நீர் தேங்கியிருக்கக்கூடும். பனிக்கட்டி உருகும் போது உருகிய நீர் மீண்டும் நீரின் சுழற்சியில் ஈடுபடுகின்றது. தாவரங்கள், பிராணிகள் போன்ற உயிரினங்களின் செய்கையினாலும் சுழற்சியில் செல்லும் நீரின் போக்கும் அளவும் பாதிக்கப் படலாம்.

நீரின் சுழற்சியில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் இட மாற்றத்துடன் பௌதீக நிலையின் மாற்றத்தையும் கொண்டுள்ளன. திட, திரவ வாயு நிலையில் நீர் இருப்பதற்குத் தகுந்த வெப்ப நிலை புவிப் பரப்பிலும் அதை சுற்றிய வளிமண்டலத்திலும் உள்ளது. பெரும்பாலான பகுதி திரவ நிலையில் இருப்பினும் வெப்பத்தின் விளைவாக நீர் ஆவியாக மாறுகிறது. ஒரு கிராம்

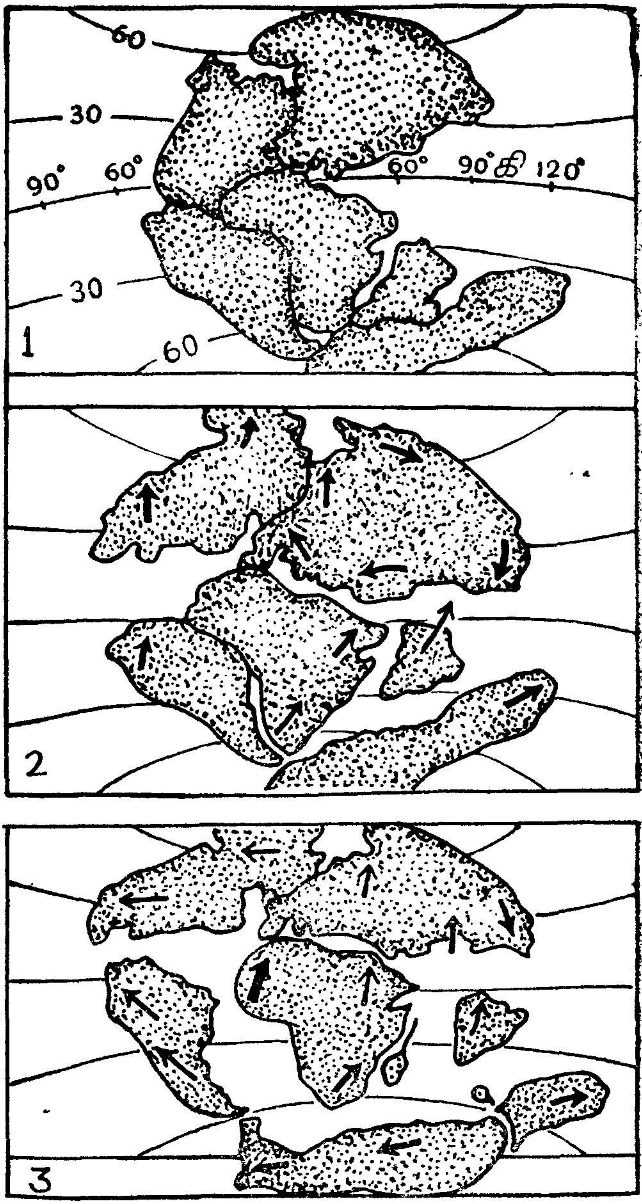
நீரை ஆவியாக மாற்றுவதற்கு சுமார் 600 கலோரி வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. நீரின் உறைநிலைக்குக் கீழே வெப்பநிலை குளிர்ச்சி யடையும் போது அது பனிக்கட்டியாக மாறுகிறது. உறைநிலைக்கு மேலே வெப்பம் உயரும் போது, பனிக்கட்டி உருகி விடும். இவ்வாறு பௌதீக நிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் நீரின் சுழற்சியை எளிதாக்குகின்றன.

நீரின் சுழற்சியினுல் நிலம் கடல் மற்றும் வளிமண்டலத் திடையேயுள்ள நீர் அளவில் ஒரு சமநிலை நிலவுகிறது எனலாம். நிலம் மற்றும் கடற் பரப்பிலிருந்து ஆவியாகும் மொத்த நீரின் அளவு 517000 கன கி.மீ. என்று மதிப்பிடப்படுகிறது. இது நீராவியாக வளிமண்டலத்தை அடைந்து நீர்ப் பொழிவாகக் கடலிலும் நிலத்திலும் விழுகின்றது. வளிமண்டலத்திற்கு ஆவியாக வந்துசேரும் நீரின் அளவும் வளிமண்டலத்திலிருந்து பொழியும் நீரின் அளவும் சமமாக உள்ளன. நிலத்தின் பரப்பில் நீர்ப் பொழிவின் அளவு (108000 கன கி.மீ.) நீர் ஆவியாதலின் அளவைக் காட்டிலும் (62000 கன கி.மீ.) மிகுதி. இம்மிகுதியான அளவு நிலப்பரப்பில் வழிந்தோடியும் நிலத்திற்கு அடியிலும் சென்று இறுதியில் கடலில் கலக்கும் நீரைக்குறிக்கும். இவ்வாறு நிலத்திலிருந்து கடலுக்குச் செல்லும் நீரின் அளவு, கடற்பரப்பி லிருந்து நீர்ப் பொழிவைக் காட்டிலும் மிகுதியாக ஆவியாகி விடும் நீரை ஈடு செய்கிறது. இதனுல் கடலில் உள்ள நீரின் அளவு நிலையாக உள்ளது எனலாம். உலகம் முழுவதிலும் மொத்த அளவில் நீரின் அளவு மாருமல் இருப்பினும் சில பிரதேசங் களில் நீரின் மிகுதியையும் சிலவற்றில் பற்ருக் குறையையும் காணலாம்.

**கடல்களும் கண்டங்களும்**

புவிப்பரப்பில் உள்ள முக்கியமான வேற்றுமை, தொடர்ச்சி யாகப் பரவியுள்ள கடல்களுக்கும் கடல் மட்டத்திலிருந்து தீவுகளாக உயர்ந்து இருக்கும் கண்டங்களுக்கும், இடையே உள்ளது ஆகும். கண்டங்கள் மற்றும் கடல்களின் பரவல் ஒரு சீராக இல்லை. புவியின் மொத்தப் பரப்பில் கண்டங்களின் மொத்தப்பரப்பளவு 29% ஆக இருந்தாலும் வட அர்த்த கோளத்தில் நிலத்தின் பரப்பளவு 39% ஆகவும் தென் அர்த்த கோளத்தில் 19% ஆகவும் உள்ளன.

புவியின் நீண்ட வரலாற்றில் கண்டங்கள் மற்றும் கடல்களின் பரவல் வெவ்வேருக இருந்தது என்று அறிவியலார் கருது

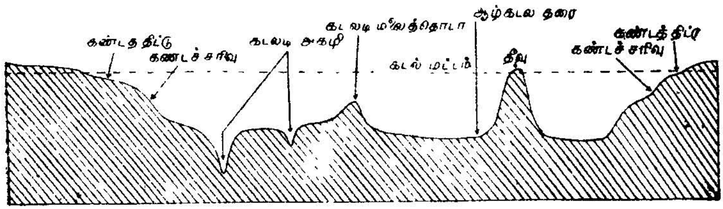



படம் 6.2 கண்டங்களின் இடப்பெயர்ச்சி

மூன்று மேப்புகள் வெவ்வேறு காலங்களில் கண்டங்களின் பரவலைக் காட்டுகின்றன. கண்டங்கள் நகர்ந்த திசைகளை அம்புக்குறிகள் காட்டுகின்றன. (1) 225 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் (2) 135 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் (3) 65 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்.

கின்றனர். ஒரு மிகப் பெரிய கண்டம் இருந்ததாகவும் அது உடைந்து வெவ்வேறு திசைகளில் இடம் பெயர்ந்து இறுதியில் இப்போதுள்ள நிலையை அடைந்ததாகவும் கருதப்படுகின்றன. இந்த கண்டங்களின் இடப்பெயர்ச்சிக் கொள்கையை ஆதரிக்கும் வகையில் சான்றுகள் மிகுதியாகக் கிடைத்துள்ளன. அண்மையில் செய்த ஆராய்ச்சிகளின்படி புவியின் மேலோட்டில் ஆறு பெரிய தட்டுகளும் (Plates) சில சிறிய தட்டுகளும் உள்ளன என்றும் இவை புவிப்பரப்பில் நகர்கின்றன என்றும் தெரிகின்றது. இத்தட்டுகளின் ஓரங்கள் பல வீனமானப் பகுதிகள் என்றும் இவைகளில் எரிமலைகளின் இயக்கமும் புவியதிர்ச்சிகளும் தோன்றுகின்றன என்றும் கணித்துள்ளனர். மடிப்பாலான மலைத் தொடர்கள் கடலடிக்குன்றுத் தொடர்கள் முதலியவைகளின் தோற்றம் இத்தட்டுகளின் அசைவினுல் ஏற்படுகின்றது எனலாம்.

கண்டங்களுக்கும் கடல்களுக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடு அவைகளின் வெவ்வேறு மட்டங்களில் மட்டும் காணப்படுவதில்லை. அவை அமைப்பிலும் வேறுபடுபவை ஆகும். கண்டங்கள் குறைந்த அடர்த்தி உடைய சியால் (Sialic) அடுக்காலானவை.




படம் 6 3

கடல் தரையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

(கடல் தரையில் காணப்படும் வேறுபாடுகளைக் கவனிக்கவும்.)

கடல்கள் மிகுந்த அடர்த்தி உடைய சிமா (Sima) அடுக்காலானவை. இலேசான கண்டங்கள் அவற்றுக்குக் கீழே உள்ள சிமா அடுக்கில் மிதப்பதாக கருதப்படலாம். கண்டத்தின் விளிம்பு கண்டச்சரிவு (Continental Slope) என்ற வன்சரிவுடையது ஆகும். கண்டச் சரிவுக்கும் கடற்கரைக்கும் இடையே கண்டத்தின் ஓரம் மூழ்கிவிட்டதால் ஏற்பட்ட ஆழமற்ற கடற் பகுதி உள்ளது. இந்த ஆழமற்ற கடல் தரைப்பகுதி கண்டத்திட்டு (Continental Shelf) எனப்படும். கண்டத்திட்டின் ஆழம் 180 மீட்டருக்குக் குறைவாக இருக்கும். அதன் அகலம் சில கிலோ

மீட்டர்களிலிருந்து 100 கி.மீ. வரை இருக்கும். கண்டத்திட்டில் சில இடங்களில் எண்ணெய் வளம் இருக்க வாய்ப்பு உண்டு. கண்டத் திட்டுகள் சிறந்த மீன் பிடிக்கும் பகுதிகளாக உள்ளன.

கண்டச் சரிவுக்கு அப்பால் பரவலான மேடுபள்ளங்களுடைய கடல்தரை உள்ளது. இது ஆழ்கடல் சம நிலம் (Abyssal Plain) எனப்படும். இதன் ஆழம் 3600 லிருந்து 5500 மீட்டர் வரை வேறுபடும். கடல் தரையிலிருந்து கடலடிக் குன்றுத்தொடர்கள், மேட்டுப்பூமிகள் மற்றும் எரிமலைகள் உயர்ந்து நிற்கின்றன. 8000 மீட்டருக்கு மேல் ஆழமான குறுகிய அகழிகளும் இருக்கின்றன. கண்டங்களில் இருப்பதைக் காட்டிலும் கடல் தரையில் நிலத் தோற்ற வேறுபாடுகள் மிகுதியாக உள்ளன.

**உலகத்தின் பெருங்கடல்கள்**

பசிபிக் பெருங்கடல் மிகப்பெரிய கடல் ஆகும். இதன் பரப்பளவு எல்லா நிலப்பகுதிகளின் மொத்த பரப்பளவைக் காட்டிலும் மிகுதியாக உள்ளது. வடக்கில் பேரிங் நீரிணைப்பு (Bering Strait) முதல் தெற்கில் அண்டார்க்டிக் (Antarctic) கண்டம் வரை சுமார் 15000 கி.மீ. தொலைவுக்குப் பரவியுள்ளது. பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் பசிபிக் பெருங்கடலின் அகலம் சுமார் 16000 கி.மீ. ஆகும். பசிபிக் பெருங்கடலுக்கு கிழக்கே வடஅமெரிக்கா, தென்அமெரிக்கா கண்டங்களும் மேற்கே ஆசியா மற்றும் ஆஸ்திரேலியா கண்டங்களும் உள்ளன. குறுகிய பேரிங் நீரிணைப்பு பசிபிக் பெருங்கடலை ஆர்க்டிக் (Arctic) கடலோடு இணைக்கின்றது. இந்தோனேசியா தீவுகளுக்கு இடையேயுள்ள பல நீரிணைப்புகள் பசிபிக் பெருங்கடலை இந்தியப் பெருங் கடலோடு இணைக்கின்றன.

பசிபிக் பெருங்கடலின் கடற்கரையில் அண்மையில் தோன்றிய மடிப்பாலான மலைத்தொடர்களும் இயங்கும் எரிமலை களும் உள்ளன. வட அமெரிக்காவில் ராக்கிமலைத் தொடரும் தென் அமெரிக்காவில் ஆண்டீஸ் மலைத் தொடரும் கடற்கரை யினின்று செங்குத்தாக உயர்ந்து நிற்கின்றன. பசிபிக் பெருங் கடலின் மேற்கு ஓரத்தில் அலூசியன் முதல் நியூஜிலாந்து வரை பல தீவுத்தோரணங்கள் உள்ளன. தீவுத்தோரணங்களையடுத்து ஆழமான கடல் அகழிகள் உள்ளன. சான்றாக ஜப்பான் அகழி, மாரியான அகழி (Mariana) முதலியவை. தீவுத்தோரணங் களுக்கும் ஆசியாவின் கடற்கரைக்கும் இடையே ஜப்பான் கடல், கிழக்கு சீனக்கடல், தெற்கு சீனக்கடல் போன்ற ஓரக்கடல்கள் (Marginal Seas) இருக்கின்றன. ஆசியாவின் கடற்கரையை

அடுத்துள்ள தீவுத் தோரணங்களைத் தவிர வேறு பலதீவுகளும் பசிபிக் பெருங்கடலில் உள்ள. இவைகளில் ஹவாய் தீவுகள் போன்றவை எரிமலைகளாலானவை; மார்ஷல் தீவுகள் போன்றவை பவழத்தீவுகள் (Coral Isalnds) ஆகும்.

அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் பசிபிக் பெருங்கடலைப் போல் பாதி அளவு மட்டும் பரப்பு உடையது ஆயினும் அடுத்துள்ள நிலப்பகுதிகளின் ஒழுங்கற்ற கடற்கரைகளின் காரணமாக கடற் கரையின் நீளம் இந்திய மற்றும் பசிபிக் பெருங்கடல்களின் கடற் கரைகளின் மொத்த நீளத்தைக்காட்டிலும் அதிகமாக உள்ளன. இக்கடல் S வடிவம் உடையது. இதன் அகலம் பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் 2600 கி.மீ. ஆகவும் 40° வடக்கில் 4800 கி.மீ. ஆகவும் 35° தெற்கில் 5900 கி.மீ. ஆகவும் இருக்கின்றது. தெற்கில் அகன்று இருப்பதால் அடுத்துள்ள இந்தியப் பெருங் கடல் மற்றும் பசிபிக் பெருங்கடல்களுடன் தொடர்பு கொண் டுள்ளது. ஆனல் வடக்கில் தீவுகளுக்கு இடையேயுள்ள குறுகிய நீரிணைப்புகளால் மட்டும் ஆர்க்டிக் கடலுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

அட்லாண்டிக் கடல் தரையின் முக்கியமான சிறப்பு மையத்தில் காணப்படும் கடலடிக்குன்றுத் தொடர் ஆகும். இக் குன்றுத்தொடர் கிழக்கு மேற்குக் கடற்கரைகளிலிருந்து ஏறக் குறைய சம தொலைவில் அமைந்துள்ளது. மேற்கு ஐரோப்பா மற்றும் வடகிழக்கு வட அமெரிக்காவின் கடற்கரைகளையடுத்து அகன்ற கண்டத்திட்டுகள் உள்ளன பசிபிக் கடலைப் போல அல்லாமல் அகழிகள் குறைவாகக் காணப்படுகின்றன. பிரிட்டீஷ் தீவுகளும் நியூபௌண்ட்லாண்ட் தீவுகளும் கண்டத்தை அடுத்த தீவுகளுக்குச் சான்றுகள் ஆகும். இவை கண்டத்தி லிருந்து உயர்ந்து இருக்கின்றன. மேற்கு இந்தியத் தீவுகள் தீவுத் தோரணமாக அமைந்துள்ளன. கடற்கரையினின்று விலகி சில தீவுகளே உள்ளன.

வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடலையடுத்து பல ஓரக்கடல்கள் இருக்கின்றன. இவைகளில் பால்டிக் கடல் வடகடல் ஹட்சன்குடா பாஃபின்குடா, போன்றவை 180 மீட்டருக்கும் குறைவான ஆழம் உடையவை. மத்திய தரைக்கடல், மெக்ஸிக்கோ வளைகுடா, கரீபியன் கடல் முதலியவை 3000 மீட்டருக்கும் அதிகமான ஆழமுடைய பள்ளங்கள் ஆகும்.

வடக்கேயுள்ள தெற்கு ஆசியத் தீபகற்பங்களின் விளைவாக இந்தியப் பெருங்கடல் மகரரேகைக்குச் சிறிதளவு வடக்கில்

மட்டும் பரவியுள்ளது. மேற்கில் ஆப்பிரிக்கக் கண்டமும் கிழக்கில் ஆஸ்திரேலியக் கண்டமும் உள்ளன. இந்தியப் பெருங் கடலின் வடபகுதி இந்திய தீப கற்பத்தினுல் அரேபியன் கடல் வங்காள விரிகுடாக்கடல் என்று இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளன. செங்கடலும் பாரசீக வளைகுடாவும் ஓரக் கடல் களாகும். தெற்கில் இந்தியப் பெருங்கடல் அகன்று இருப்பதால் அடுத்துள்ள அட்லாண்டிக் மற்றும் பசிபிக் பெருங்கடல்களுடன் இணைகின்றது.

லக்ஷத் தீவுகளிலிருந்து அண்டார்க்டிக் கண்டம் வரையில் ஒரு பிரதானமான கடலடிக் குன்றுத் தொடர் கடல் தரையில் உள்ளது. இக் குன்றுத் தொடருக்குக் கிழக்கே ஒரு பெரிய பள்ளமும் மேற்கே பல சிறிய குன்றுத் தொடர்களும் பள்ளங் களும் இருக்கின்றன. மலாகாசி (Malagasy), ஸ்ரீலங்கா முக்கியமான தீவுகளாகும். சுமித்திராவும் ஜாவாவும், இந்தோ னேசியாவும் தீவுத் தோரணத்தின் பகுதிகள் ஆகும். ஜாவா வுக்கு தெற்கிலுள்ள சுந்தா அகழி இந்தியப் பெருங்கடலின் மிக ஆழமான பகுதியாகும். வங்காள விரிகுடாவிலுள்ள அந்தமான் தீவுகள், அரகன்யோமா மலைத் தொடரில் தொடர்ச்சி யாக உள்ள மூழ்கிய மலைத் தொடர்களின் பகுதிகள் ஆகும். லட்சத் தீவுகளும் மாலத் தீவுகளும் பவளத் தீவுகள் ஆகும். மொரீஷியஸ், ரியூனியன் (Reunion) முதலியவை எரிமலைத் தீவுகளுக்குச் சான்றுகள் ஆகும்.

ஆர்க்டிக் பெருங்கடல் சுமார் 15 மில்லியன் சதுர கி.மீ. பரப்பளவுடையது. இது வட்ட வடிவமானதும், பெரும்பாலும் தொடர்ச்சியாக நிலப் பகுதிகளால் சூழப்பட்டதும் ஆகும். பேரிஸ் நீரிணைப்பு, டேவிஸ் நீரிணைப்பு போன்ற குறுகிய நீரிணைப்புகளால் இக் கடல் அடுத்துள்ள பசிபிக் மற்றும் அட்லாண்டிக் பெருங் கடல்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆர்க்டிக் கடலின் பெரும் பகுதிகள் எப்போதும் உறைந்த நிலையில் இருக்கின்றன. ஆர்க்டிக் பெருங்கடலை யடுத்து ஆழமற்ற பெரண்ட்ஸ் கடல், ப்யூஃபோர்ட், கடல் போன்ற ஓரக் கடல்கள் உள்ளன. கடற்கரையை யடுத்து பல தீவுகளும் இருக்கின்றன.

### கடல் நீர்

புவியிலுள்ள மொத்த நீரளவில் சுமார் 97% கடல்களில் உள்ளன என்று முன்பு கவனித்தோம். கடல் நீரில் உப்பு கரைந்துள்ளதால், உப்பு உற்பத்தி செய்வதைத் தவிர வேறு

வகைகளில் இந் நீர் மனிதனுக்கு நேரடியாகப் பயன்படுவதில்லை. கடல் நீரில் கரைந்துள்ள உப்பின் அளவு 1000 கிராமிற்கு சராசரி 35 கிராம் ஆகும். கடல் நீரின் உப்பளவு 35‰ (ஆயிரத்திற்கு 35) என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. இதன்படி 1000 கிராம் கடல் நீர் ஆவியாக்கப்பட்டால் சராசரி 35 கிராம் உப்பு கிடைக்கும் கடல் நீரில் கரைந்துள்ள மொத்த உப்பில் சோடியம் குளோரைடு மட்டும் 78‰ அளவுக்கு உள்ளது. மற்ற உப்புக்களாவன மெக்கனீசியம் குளோரைடு, சோடியம் சல்பேட்டு. கால்சியம் குளோரைடு, பொட்டாசியம் குளோரைடு முதலியன ஆகும். நமக்குத் தெரிந்துள்ள இரசாயனத் தனிமங்களில் ஏறக்குறைய பாதி தனிமங்கள் குறைந்த அளவிலாவது கடல் நீரில் கரைந்திருக்கின்றன என்று தெரிகிறது.

கடல் நீரின் இரசாயனத் தன்மை ஆற்று நீரினின்றும் வேறுபடுகின்றது. ஆற்று நீரில் குறிப்பாக கால்சியம் கார்பனேட்டு போன்ற கால்சியம் உப்பு மிகுதி. ஆறுகளில் கரைந்துள்ள உப்புக்கள் ஆற்று நீர் கடலோடு கலந்து விடுவதால், கடலில் சேர்ந்து கடல் உப்பளவை அடைந்தது என்று எளிதில் விளக்கிக் கூற இயலாது. ஏனெனில் கடல் நீரில் கரைந்துள்ள உப்புக்கள் ஆற்று நீரில் கரைந்துள்ளவைகளிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. மேலும் கடலில் உள்ள மொத்த உப்பளவோடு ஒப்பிடும் போது, ஆறுகளினுல் கடலில் சேரும் உப்பளவு மிகக் குறைவு. எரிமலைகள் இயங்கும் போது வெளிப்படும் நீராவியிலிருந்தும் வாயுக்களிலிருந்தும் கடல் நீர் உப்பளவைப் பெற்றுள்ளது என்று கூறுவது பொருத்தமாகும். இக் கருத்து கடல் நீரில் குளோரைடு மிகுந்து இருப்பதை விளக்குகிறது. ஆற்று நீரினுல் சேர்க்கப்பட்ட கால்சியம் கார்பனேட்டு, கடல் உயிரினங்களின் ஓடுகளையும் எலும்புகளையும் உருவாக்கப் பயன்படுகின்றன.

கடல் நீரில் ஏற்படும் அலைகள் நீரோட்டங்கள் போன்ற அசைவுகளினுல் அது கலக்கப்படுவதால் வெவ்வேறு உப்புக்களின் விகிதம் நிலையாக உள்ளன. ஆற்று நீரில் கரைந்துள்ள உப்புக்கள் கடல் நீரோடு கலந்த போதிலும் கடல் நீரின் உப்பளவு அதிகரிப்பதில்லை. ஏறக்குறைய ஒரே அளவில் உள்ளது. ஏனெனில் உப்பளவின் ஒரு பகுதி கடல் தரையில் படிவாகி விடுகின்றது. இவ்வாறு கடலில் சேர்க்கப்படும் உப்பளவுக்கும் கடல் நீரிலிருந்து கடல் தரையில் படிவாகி விடும் உப்பளவிற்கும் இடையே ஒரு சமநிலை நிலவுகின்றது.

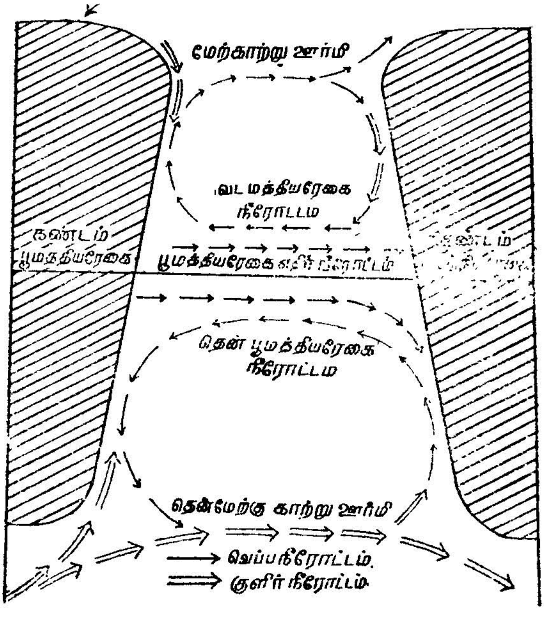
கடல் நீரின் உப்பளவு சராசரி அளவான 35$^0$/$_{00}$-லிருந்து சிறிதளவு இடத்திற்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றது. மழை வீழ்ச்சியினாலும் ஆறுகளின் நீர் கலப்பதாலும் கடலின் உப்பளவு குறைந்துவிடுகின்றது. சான்ருக, பூமத்தியரேகைப் பிரதேசத்தில் அதிக மழைப்பொழிவின் காரணமாகக் கடலின் உப்பளவு சராசரியைக் காட்டிலும் குறைவாகும். பனிக்கட்டிகளும் பனியாறுகளும் உருகுவதால் உப்பளவு குறைந்து விடுகிறது. துருவப் பகுதிகளில் உப்பளவு குறைவாக வுள்ளதற்கு இதுதான் காரணமாகும். உப அயன மண்டலங்களில் அதிக வெப்பம் மற்றும் விசையான காற்றின் விளைவாக ஆவியாதல் மிகுதியாக உள்ளதால் உப்பளவு சராசரியைவிட அதிகமாக இருக்கின்றது. உப அயன மண்டலங்களில் உப்பளவு 37%-க்கும் அதிகமாக உள்ளன.

ஓரக் கடல்களில் உள்ள நீரின் உப்பளவில் அதிக வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. ஏனெனில், இவைகளிலுள்ள நீர் அடுத்துள்ள பெருங்கடல்களுடன் முழுமையாகக் கலப்பதில்லை. ஆகையால், பால்டிக் கடல் மற்றும் கருங்கடல் முறையே 7$^0$/$_{00}$ மற்றும் 18$^0$/$_{00}$ என்ற அளவில் உப்பளவு கொண்டுள்ளன. இக் குறைந்த உப்பளவிற்குக் காரணம் ஆறுகளிலிருந்து நல்ல நீர் அதிக அளவில் கலப்பதும், குறைந்த ஆவியாதலும் ஆகும். மத்தியதரைக் கடல் மற்றும் செங்கடலில் சில இடங்களில் உப்பளவு 40$^0$/$_{00}$-க்கும் அதிகமாக உள்ளது. இதற்குக் காரணம் குறைந்த மழைப்பொழிவும் மிகுந்த ஆவியாதலும் ஆகும். சாக்கடல் (Dead Sea) (250$^0$/$_{00}$) காஸ்பியன் கடல் (180$^0$/$_{00}$) போன்ற உள்நாட்டுக் கடல்களில் உப்பளவு மிக அதிகம். இராஜஸ்தானத்திலுள்ள சாம்பார் ஏரியின் உப்பளவும் அதிகமாக உள்ளது.

### கடல் நீரின் சுழற்சி

கடல் நீரில் எப்போதும் சலனம் இருந்துகொண்டே இருக்கின்றது. இச் சலனத்திற்குக் காரணம், கடல் பரப்பின் மேல் வீசும் காற்று, சூரியன் சந்திரனுடைய ஈர்ப்பு விசையினல் ஏற்படும் ஓதப் பெருக்கம் மற்றும் நீரின் அடர்த்தியிலுள்ள வேறுபாடுகள் ஆகும். செங்குத்தாகவும் கிடையாகவும் செயல்படும் நீரோட்டங்களினல் அதிக அளவில் ஓரிடத்திலிருந்து பிற இடங்களுக்குக் கடல் நீர் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. சில இடங்களில் நீர் கீழே இறங்குகின்றது. பிற இடங்களில் மேலே உயர்கின்றது. மேற்பரப்பிலுள்ள நீரோட்டங்கள் எளிதில் புலப்படுகின்றன.

கடல் நீரின் மேல் வீசும் காற்றின் உராய்தலினால்தான் பெரும்பாலும் கடல் பரப்பிலுள்ள நீரோட்டங்கள் தோன்று கின்றன. பரப்பிலுள்ள நீரோட்டங்களின் பரவல் பிரதான காற்று மண்டலங்களின் பரவலுக்கு ஏற்ப அமைந்துள்ளன. நிலப்பகுதிகளின் உருவ அமைப்பினால் ஓரளவுக்கு நீரோட்டங் களின் போக்கு மாறக்கூடும். புவியின் சுழற்சியினால் நீரோட் டங்கள் வட அர்த்த கோளத்தில் வலமாகவும் தென் அர்த்த கோளத்தில் இடமாகவும் திருப்பப்படுகின்றன.




படம் 6.4

கடல் நீரோட்டங்களின் பொது அமைப்பு

(வட அர்த்த கோளத்தில் வலமிருந்து இடமாகவும், தென் அர்த்த கோளத்தில் இடமிருந்து வலமாகவும் நீரோட் டங்கள் அமைந்துள்ளன.)

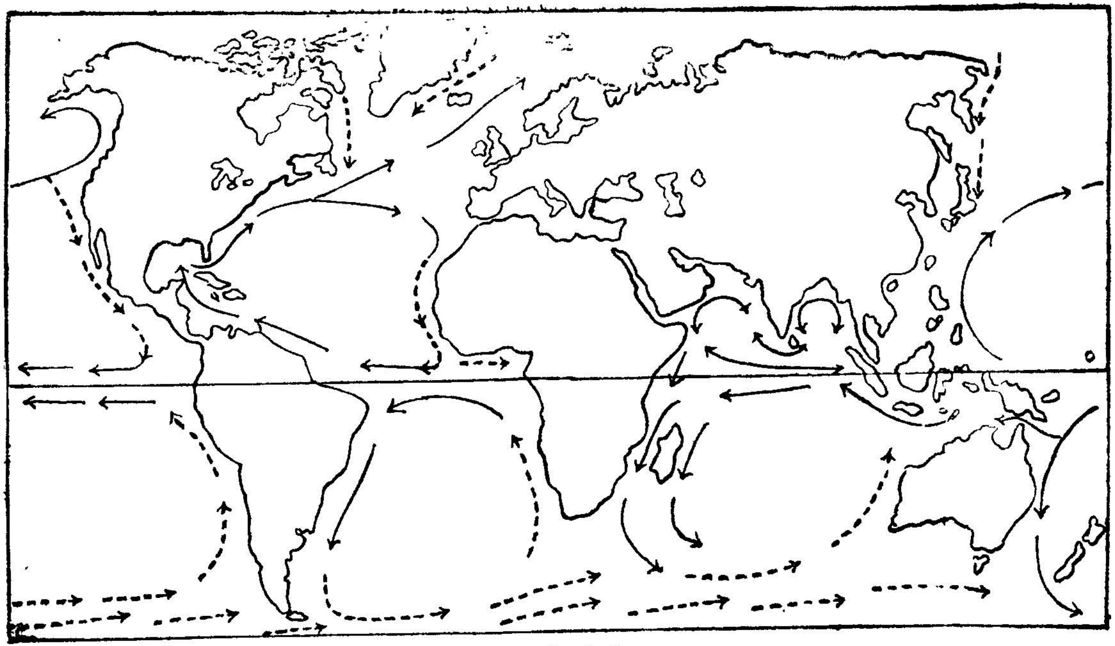
கடல்களின் அயன மண்டலத்தில் வாணிபக் காற்றின் விளை வாக, பரப்பிலுள்ள நீரோட்டங்கள் கிழக்கிலிருந்து மேற்காகச் செல்கின்றன. மித வெப்ப மண்டலத்தில் மேற்குக் காற்றுகளின் விளைவாக, பரப்பிலுள்ள நீரோட்டங்கள் மேற்கிலிருந்து

கிழக்காகச் செல்கின்றன. இவ்வாறு வட அர்த்த கோளத்தில் வலமிருந்து இடமாகவும் (Clockwise) தென் அர்த்த கோளத்தில் இடமிருந்து வலமாகவும் (Anti Clockwise), பரப்பிலுள்ள நீரோட்டங்கள் அமைந்துள்ளன எனலாம்.

அயன மண்டலத்திலிருந்து துருவம் நோக்கிச் செல்லும் நீரோட்டங்கள் வெப்ப நீரோட்டங்கள் ஆகும். ஏனெனில், இவைகளின் வெப்பநிலை அடுத்துள்ள கடலின் வெப்ப நிலையைக் காட்டிலும் மிகுதியாக இருக்கின்றன. வெப்ப நீரோட்டங்கள் அயன மண்டலத்திலிருந்து வெப்பத்தை மத்திய மற்றும் உயர்ந்த அட்சப் பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் செல்கின்றன. மத்திய மற்றும் உயர்ந்த அட்சப் பகுதிகளிலிருந்து பூமத்திய ரேகைப் பகுதியை நோக்கி வரும் நீரோட்டங்கள் குளிர் நீரோட்டங்கள் எனப்படுகின்றன. இந் நீரோட்டங்கள் வெப்பநிலை அடுத்துள்ள கடல் நீரைக் காட்டிலும் குறைவாக இருக்கும். உப அயன மண்டலத்தில் கண்டங்களின் மேற்குக் கடற்கரையை யடுத்துக் காணப்படும் குளிர் நீரோட்டங்கள், குளிர்ந்த நீர் கீழ்மட்டத்திலிருந்து பரப்பை நோக்கி உயர்வதால் தோன்றியவை ஆகும். 40° அட்ச ரேகைக்கு அப்பால் கண்டங்களின் கிழக்குக் கடற்கரையை யடுத்துக் குளிர் நீரோட்டங்கள் காணப்படுகின்றன. இவை துருவப் பகுதிகளில் பனிக்கட்டி உருகுவதால் தோன்றியவை ஆகும்.

கடல் நீரோட்டங்களின் பரவலைக் காட்டும் உலகப் படத்தைக் கவனி. வெப்ப நீரோட்டங்களையும் குளிர் நீரோட்டங்களையும் குறிப்பிடுக. வட அட்லாண்டிக் கடலில் கல்ஃபு (Gulf) நீரோட்டமும் அதன் தொடர்ச்சியான வட அட்லாண்டிக் ஓட்டமும் வெப்ப நீரோட்டங்களாகும். ஆப்பிரிக்காவில் சஹாரா பாலை நிலத்தின் மேற்குக் கடற்கரையை அடுத்துள்ள கானரி நீரோட்டம், குளிர்ச்சியான நீர் கீழிலிருந்து மேலெழுவதால் தோன்றிய குளிர் நீரோட்டம் ஆகும். கனடாவின் கிழக்குக் கடற்கரையிலுள்ள லாப்ரடார் (Labrador) நீரோட்டம் துருவப் பகுதிகளிலிருந்து தோன்றும் குளிர் நீரோட்டத்திற்கு ஒரு சான்று ஆகும்.

அட்லாண்டிக் கடலும் பசிபிக் பெருங்கடலும் நீரோட்டங்களின் பொதுவான அமைப்பிற்கு ஏற்ப இருக்கின்றன. ஆனால், இந்தியப் பெருங்கடலின் வடக்குப் பகுதி இதற்கு விதிவிலக்காக உள்ளது. அரபிக்கடல் மற்றும் வங்காள விரிகுடாவின் பரப்பிலுள்ள நீரோட்டங்கள் பருவக்காற்றுகளின் பாதிப்புக்கு உட்படுவதால் இவைகளின் திசை, பருவத்திற்கு ஏற்ப திருப்பப் படுகிறது.



படம் 6.5

கடல் நீரோட்டங்களின் பரவல்

(தொடர் கோடுகள் வெப்ப நீரோட்டங்களையும், தொடர்ச்சியற்ற கோடுகள் குளிர் நீரோட்டங்களையும் குறிப்பிடுகின்றன.)

**கடல் நீரோட்டங்களின் முக்கியத்துவம்**

கடல் நீரோட்டங்கள் அதிக அளவில் நீரை அதிகத் தொலை விற்குக் கடத்திச் செல்வதால் குறைந்த அட்சப் பிரதேசங்களி லிருந்து நடு மற்றும் உயர்ந்த அட்சப் பிரதேசங்களுக்கு வெப்பம் பரவுகிறது. இவ்வகையில் கடல் நீரின் சலனங்கள் வளி மண்டலத்தில் ஏற்படும் சுழற்சியைப்போல் வெப்பப் பரவலுக்கு உதவுகின்றன. கடலிலிருந்து நிலத்தை நோக்கிக் காற்று வீசும் பிரதேசங்களில்தான் கடல் நீரோட்டங்களினுல் அடுத்துள்ள நிலப்பகுதியின் கால நிலையில் ஏற்படும் பாதிப்பைச் சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றது. இத்தகைய கடற்காற்றுகள் கடலின் வெப்பத்தை உள்நாட்டில் அதிகத் தொலைவுக்குப் பரவச் செய் கின்றன.

சான்முக, வடஅட்லாண்டிக் கடலில் வெப்பமான கல்ஃபு (Gulf) நீரோட்டமும் அதன் தொடர்ச்சியான வடஅட்லாண்டிக் நீரோட்டமும் வெப்ப நீரை ஐரோப்பாவின் மேற்குக் கடற் கரையில் நடு மற்றும் உயர்ந்த அட்சப் பிரதேசங்களுக்கு எடுத்துச் செல்கின்றன. இதன் விளைவாக மேற்கு ஐரோப்பா விலுள்ள துறைமுகங்கள் ஆர்க்டிக் வட்டம் வரையிலும் பனிக் கட்டியால் பாதிக்கப்படாமல் போக்குவரத்திற்குப் பயன்படு கின்றன. ஆனுல் இதற்கு மாருக, வட அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரையில் 40° அட்சப் பிரதேசத்தில்கூட துறைமுகங்களில் நீர் உறைந்துவிடுவதால் அவை குளிர் காலத்தில் போக்குவரத் திற்குப் பயன்படுவதில்லை. ஐரோப்பாவில் வீசும் மேற்குக் காற்றுகள் கடலின் வெப்பத்தை உள்நாட்டில் அதிகத் தொலை விற்குப் பரவச் செய்கின்றன. இதற்குக் காரணம் வட அமெரிக்காவின் மேற்குக் கடற்கரையில் உள்ளதுபோல் கடற் கரையை யொட்டி வடக்குத் தெற்காக மலைத் தொடர்கள் ஐரோப்பாவில் இல்லாமையே யாகும். வெப்பமான வட அட்லாண்டிக் கடலிலிருந்து மேற்குக் காற்றுகள் வீசுவதால் குளிர்காலத்தில் மேற்கு ஐரோப்பாவின் பல பகுதிகள் இவ் வட்சப் பிரதேசங்களின் சராசரி வெப்பநிலையைக் காட்டிலும் அதிக வெப்பநிலையைப் பெறுகின்றன.

வட அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரையில் 40° வட அட்சரேகைக்கு அப்பால் குளிர்ச்சியான ''லாப்ரடார்'' (Labrador) நீரோட்டம் செல்கின்றது. ஆனுல், காற்று நிலத்தி லிருந்து வீசுவதால் குளிர் நீரோட்டத்தின் பாதிப்பை உள் நாட்டில் காணமுடிவதில்லை. ஆனுல், கடற்கரையில் வெப்பம்

சராசரி நிலையைக் காட்டிலும் குறைவு; மற்றும் துறைமுகங்கள் குளிர் காலத்தில் உறைந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு நடு மற்றும் உயர்ந்த அட்சப் பிரதேசங்களில் கடல் நீரோட்டங்களின் விளைவாகக் கண்டங்களின் கிழக்குக் கடற்கரை சராசரியைவிடக் குளிர்ந்ததாயும் மேற்குக் கடற்கரை சராசரியைவிட வெப்ப மாயும் உள்ளன எனலாம்.

உப அயன மண்டலங்களில், கண்டங்களின் மேற்குக் கரை களில் குளிர்ச்சியான நீரோட்டங்களும் கிழக்குக் கரைகளில் வெப்பமான நீரோட்டங்களும் உள்ளன. சான்ருக, அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் மேற்குக் கடற்கரையிலுள்ள கலிஃபோர்னியா நீரோட்டத்தின் விளைவாகக் கோடையில் வெப்பநிலை குறைவ துடன் அடிக்கடி மூடுபனியும் ஏற்படுகின்றது. நீரோட்டங்களின் பரவலைக் காட்டும் படத்தைக் கவனித்துக் கலிஃபோர்னியா நீரோட்டம் போன்ற தன்மையுடைய நீரோட்டங்களைக் குறிப் பிடுக. உப அயன மண்டலத்தில் கிழக்குக் கடற்கரையிலுள்ள வெப்ப நீரோட்டங்களின் பாதிப்பு சிறப்பாக இல்லை. ஏனெனில், நிலமும் கோடையில் வெப்பமாக இருக்கின்றது.

கடற்கரைப் பிரதேசங்களின் காலநிலையைப் பாதிப்பதுடன் கடல் நீரோட்டங்கள் மீன்பிடிக்கும் தொழிலையும் பாதிக் கின்றன. உப அயன மண்டலங்களில் உள்ள குளிர் நீரோட்டப் பகுதிகளில் கீழ் இருந்து மேல் நோக்கி வரும் குளிர்ச்சியான நீரில் அதிக அளவு சத்துப் பொருள்கள் உள்ளன. இதனுல், கடல் உயிரினங்கள் அதிகம் வளர்கின்றன. இதன் விளைவாகத் தான் பெருநாட்டின் கரையிலுள்ள குளிர் நீரோட்டப் பகுதி வளமான மீன்பிடிக்கும் பிரதேசமாக உள்ளது. $40^{\circ}$ முதல் $50^{\circ}$ வரையுள்ள மத்திய அட்சப் பிரதேசத்தில் கண்டங்களின் கிழக்குக் கடற்கரையையடுத்து வெப்பமான நீரோட்டங்களும் குளிர் நீரோட்டங்களும் ஒன்று சேர்கின்றன. இப் பிரதேசங்கள் மீன் பிடிப்பதற்கு வளமான பகுதிகளாகும். இவ்வாறு வெப்ப மான மற்றும் குளிர் நீரோட்டங்கள் ஒன்று சேரும் பிரதேசத்தில் தோன்றியுள்ள வளமான மீன் பிடிக்கும் பிரதேசத்திற்குச் சான்றுகள், நியூபௌண்ட்லாந்தும், ஜப்பானும், இவற்றையடுத் துள்ள கடல்களும் ஆகும்.

### கடல்மட்ட மாற்றங்கள்

கடல்கள், நிலப்பகுதிகள் மற்றும் வளிமண்டலத்திலுள்ள மொத்த நீரளவில் ஒரு பொதுவான சமநிலை நிலவினுலும் கூட

கடல்மட்டம் நிலையாக இருப்பதில்லை. பழங்காலங்களிலிருந்து கடல்மட்டம் மாறியுள்ளது என்பதற்குச் சான்றுகள் உள்ளன. சான்றாக, இப்போதுள்ள கடல்மட்டத்தை விட, சில மீட்டர் உயர்ந்த நிலையில் காணப்படும் பீச்சுகள் அப்போது இருந்த உயர்ந்த கடல்மட்டத்தைக் குறிப்பிடுகின்றன. அண்மையில் கடல்மட்டம் உயர்ந்திருப்பின் கடற்கரையின் ஒரு பகுதி மூழ்கிடுவதால், அகலமான கழிமுகங்களுடைய ஒழுங்கற்ற கடற்கரை உருவாகின்றது. பம்பாயை அடுத்துக் கடற்கரையில் மூழ்கிய காடுகள் இருப்பதிலிருந்து இப்பகுதியில் கடல்மட்டம் அண்மையில் உயர்ந்துள்ளது என்பது தெரிகின்றது. கடல் மட்ட மாற்றங்கள் குறுகியகால மற்றும் நீண்டகால வேறுபாடுகளை உடையதாக உள்ளன.

உலக முழுவதையும் பாதிக்கும் கடல்மட்ட மாற்றங்கள் வளிமண்டலத்தின் வெப்ப வேறுபாடுகளைப்பொறுத்து உள்ளன. வெப்பநிலை படிப்படியாக பல ஆண்டுகளாகத் தொடர்ச்சியாகக் குறைந்து கொண்டே இருந்தால், பனிமழையின் அளவு அதிகரித்துப் பனிக்கட்டி அடுக்குகளும் பனியாறுகளும் பரவுகின்றன. இத்தகைய காலம் பனிக்காலம் எனப்படும். பனி நிலத்தின்மேல் குவிந்துவிடுவதால், அது ஆறுகளைப் போல விரைவாகக் கடலுக்கு ஓடிவிடுவதில்லை. இதன் விளைவாகக் கடல்மட்டம் குறைந்துவிடும். பனிக்காலத்தையடுத்து வெப்பம் படிப்படியாக மிகுந்து பனியாறுகள் உருகிக் கடல்மட்டம் உயர்ந்துவிடக்கூடும்.

புவி அசைவுகளினாலும் கடல்மட்ட மாற்றங்கள் ஏற்படக் கூடும். சான்றாக, ஒரு பகுதியில் நிலம் உயர்த்தப்பட்டால் முன்பு கடல்தரையாக இருந்த பகுதி இப்போது கடற்கரையாக மாறுகின்றது. கடல்மட்டம் தாழ்ந்து விட்டது போல் இருக்கும். கடற்கரையில் நிலம் தாழ்த்தப்பட்டால் இதனால் ஏற்படும் கடற்கரை கடல்மட்ட உயர்வினால் ஏற்பட்டதைப் போல இருக்கும். இத்தகைய புவிஅசைவுகள் சிறு பகுதிகளை மட்டும் பாதிக்கக்கூடும்.

கடற்கரையில் ஏற்படும் புவி அசைவுகளின் விளைவாகவும் கடல்மட்டம் மாறிவிடலாம். கடல்தரையிலிருந்து குன்றுத் தொடர்கள் உயர்த்தப் படுவதாலோ, எரிமலைகள் உயர்வதாலோ கடல்மட்டம் உயரக்கூடும். புவி அசைவுகளால் கடல்தரை தாழ்த்தப்பட்டால், கடலின் ஆழம் அதிகரிப்ப

தாலும் கடல் கொந்தளிப்பாலும் கனஅளவு மிகுந்து கடல் மட்டம் தாழ்ந்துவிடும்.

புவி முழுவதும் ஏற்படும் கடல்மட்ட மாற்றங்களும் சில இடங்களில் மட்டும் ஏற்படும் மாற்றங்களும் ஒன்றோடு ஒன்று சேர்வதால் நிகர மாற்றம் அதிக வேறுபாடுகளைக் கொண்டு உள்ளன. சான்றாக, இந்தியாவின் மேற்குக் கடற்கரையில் பம்பாய்க்கும் கோவாவிற்கும் இடையிலுள்ள பகுதி தாழ்த்தப் பட்ட கடற்கரை போலவும் கேரள கடற்கரைப் பகுதி உயர்த்தப் பட்ட கடற்கரை போலவும் காட்சியளிக்கின்றது. கடற் கரையில் வசிக்கும் மக்களுக்குக் கடல்மட்ட மாற்றங்கள் மிகுந்த பாதிப்பை ஏற்படுத்துகின்றன.

## பயிற்சி

**சுருக்கமாக விடையளிக்கவும் :**

1. புவி ஏன் ''நீர்க்கோள்'' என்று அழைக்கப்படுகிறது ?
2. புவி நோக்குத் திட்டங்கள் எவை ?
3. ''நீரின் போக்கில் ஏற்படும் சுழற்சி'' எதைக் குறிப்பிடு கிறது?
4. நீரின் போக்கில் ஏற்படும் சுழற்சியில் இடம் பெறும் செய்முறைகளைக் கூறுக.
5. கண்டத்திட்டிற்கும் கண்டச்சரிவுக்கும் இடையேயுள்ள வேற்றுமையைக் கூறுக.
6. கடல் நீரின் இரசாயனத் தன்மை ஆற்று நீரிலிருந்து எவ்வாறு வேறுபடுகிறது ?
7. கடல் நீரின் உப்பளவைப் பாதிக்கும் காரணிகள் எவை
8. குளிர் நீரோட்டங்கள் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன ?
9. உலகம் முழுவதும் கடல்மட்ட மாற்றங்கள் ஏற்படுவது எதனால் ?
10. புவி அசைவுகள் கடல்மட்ட மாற்றங்களை எவ்வாறு பாதிக்கின்றது ?

**விரிவான விடையளிக்கவும்.**

1. மனிதனுக்கு நீரின் முக்கியத்துவத்தை விவரி.

2. நீரின் போக்கில் ஏற்படும் சுழற்சியைத் தெளிவாகக் கூறுக.

3. அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் சிறப்புக்களை விவரி.

4. பெருங்கடல்களின் பரப்பிலுள்ள நீரோட்டங்களின் பொதுவான பரவலை விவரி.

5. கடல் நீரோட்டங்களின் முக்கியத்துவத்தை விளக்குக.

# 7. நீர் மண்டலம் — II

கடல்களில் உள்ள நீரையும் நிலத்தின் மேலும் கீழும் உள்ள நீரையும் வளிமண்டலத்திலுள்ள நீரையும் சேர்த்து நீர் மண்டலம் என்று குறிப்பிடுகிறோம் என்பதை முன் பாடத்தில் பார்த்தோம். கடல் நிலம் மற்றும் காற்று மண்டலங்களுக்கு இடையே நீர் எப்போதும் சலனமாகிக் கொண்டிருந்தாலும் ஒவ்வொரு பகுதியும் தனியாக விவரிக்கப்படுகின்றன. முன் பாடத்தில் கடல்களைப் பற்றி கவனித்தோம். இப் பாடத்தில் நிலத்தின் மேலும் கீழும் உள்ள நீரைப்பற்றிப் பார்ப்போம். வளி மண்டலத்திலுள்ள நீரைப்பற்றி வளி மண்டலத்தை விவரிக்கும் பாடத்தில் விளக்கப்படும்.

## நிலத்தின்மேல் உள்ள நீர்

நிலத்தின்மேல் நீர் இரு வகைகளில் காணப்படுகின்றன. முதல் வகையைச் சார்ந்தவை நிலத்தின்மேல் ஓடும் ஆறுகளும் நகரும் பனியாறுகளும் ஆகும். இவை மேல் மட்டத்திலிருந்து கீழ் மட்டம் நோக்கி நகர்கின்றன. இரண்டாவது வகை ஏரிகளிலும், பனிக்கட்டி அடுக்குகளிலும் தேங்கியுள்ள நீர் ஆகும். பனிமழை பெய்வதால் நிலத்தின்மேல் பனிக் களங்களும் பனிக்கட்டி அடுக்குகளும் உருவாகி இவைகளினின்று பனியாறுகள் மிகவும் மெதுவாக நகர்கின்றன. ஆனால், நிலத்தின் மேல் மழை பெய்தால் அதை யடுத்துச் சரிவுத் திசையில் அருவிகளும் ஆறுகளும் விரைவாக வழிந்து ஓடுகின்றன. ஓடும் நீர் தன் பாதையிலுள்ள பள்ளங்களை நிரப்பி ஏரிகளைத் தோற்றுவிக்கும்.

## ஆற்றுத் தொகுதிகள்

நிலத்தின் சரிவின்மேல் வழிந்து ஓடுவதற்குப் போதிய நீர் இருப்பின் ஆறுகள் தோன்றும். ஆறுகளில் ஓடும் நீரின் பெரும்பகுதி மழையிலிருந்து பெறப்பட்டாலும், ஊற்றுக்களிலிருந்தும் பனி உருகுதலினாலும் நீர் அளவு அதிகரிக்கக் கூடும். நிலப் பரப்பின்மேல் ஓடும் நீரளவு வழிவளவு (Run off) எனப்படும். ஒரு பிரதேசத்தில் இருந்து பெறப்படும் வழிவளவு மழையளவைத் தவிர வேறு காரணிகளாலும் பாதிக்கப்படு

கின்றன. [மழையளவின் ஒரு பகுதி ஆவியாகிவிடுகிறது. மற்றொரு பகுதி நிலத்தினுள் கசிந்துவிடுகிறது. மற்றும் ஒரு பகுதி தாவரங்களினால் பயன்படுத்தப்பட்டு ஆவியாகின்றது.

ஆவியாதலின் விளைவாக ஏற்படும் இழப்பு, வளி மண்டலத்தின் வெப்பநிலை, மேகங்களின் அடர்த்தி மற்றும் காற்றைப் பொறுத்து இருக்கும். அயனமண்டலப் பாலை நிலங்களில் உயர்ந்த வெப்பநிலையும், மேகங்களற்ற வானமும், செறிவான காற்றும் இருப்பதால் ஆவியாதல் உச்சமாக இருக்கிறது. பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசங்களில் மேக மூட்டம் இருப்பதாலும் விசையான காற்று இல்லாததாலும் ஆவியாதல் குறைவு. குளிர்ந்த துருவப் பிரதேசங்களில் ஆவியாதல் மிகக் குறைவு

நிலத்தின்கீழ் கசியும் நீரின் அளவு நிலப் பரப்பிலுள்ள மண்ணடுக்கினையும் பாறைகளின் தன்மையையும் பொறுத்து இருக்கும். பாறையிலுள்ள புரையிடங்கள் மற்றும் வீறல்களின் வழியாக நீர் கசிகின்றது. மணற் பாறையில் மணற்றுகள்களுக்கு இடையே புரையிடங்கள் மிகுந்து இருப்பதால் இப் பாறைகள் அதிக அளவு நீரைக் கசிய விடுகின்றன. கிரானைட்டு போன்ற படிகங்களாலான பாறைகள், படிகங்களுக்கு இடையில் புரையிடங்களைக் கொண்டிருப்பதில்லை. ஆனால், இப் பாறைகள் அவைகளிலுள்ள வீறல்கள் மற்றும் வெடிப்புக்களின் வழியே நீரைக் கசிய விடுகின்றன. எளிதில் நீரைக் கசியவிடும் பாறைகள் **நீர்ப்புகும் பாறைகள்** (Permeable Rocks) எனப்படும். **நீர்ப் புகாப் பாறைகள்** (Impermeable Rocks) நீரை எளிதில் கசிய விடுவதில்லை. நீர்ப் புகாப் பாறைக்குக் களிமண் ஒரு சிறந்த சான்று ஆகும்.

தாவரங்கள் தங்கள் வேர்களின் வழியாக நீரை உறிஞ்சி, அடிமரம், கிளைகள் வழியாக இலைகளுக்கு எடுத்துச் சென்று, இலையின் பரப்பிலிருந்து ஆவியாக்கிவிடுகின்றன. இவ்வாறு மிக அதிக அளவில் மண்ணடுக்கிலிருந்து தாவரங்கள் நீரை உறிஞ்சி இலைகளின் மூலம் ஆவியாக்கி வளி மண்டலத்தில் நீராவியைக் கலக்கின்றன. இவ்வாறு தாவரங்களின் மூலம் ஏற்படும் நீரின் இழப்பு **ஆவியுயிர்த்தல்** (Transpiration) எனப் படும். ஆவியுயிர்த்தலினால் இழுக்கப்படும் நீரின் அளவு அப் பிரதேசத்திலுள்ள தாவர வகைகள் மற்றும் அவைகளின் அடர்த்தியைப் பொறுத்து இருக்கும். ஆவியுயிர்த்தல் காடுகளில் மிகுதியாகவும், புல்வெளிகளில் மிதமாகவும், பாலைநிலங்களில் குறைவாகவும் இருக்கும்.

இவ்வாறு ஒரு பிரதேசத்தில் ஆறுகளில் ஓடும் நீரளவு பல காரணிகளுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது எனலாம். சாதக மான காரணிகள், மழையளவு, பனியாறுகளிலிருந்து உருகும் நீரளவு மற்றும் ஊற்றுக்களிலிருந்து கிடைக்கும் நீரளவு முதலியவை ஆகும். பாதகமான காரணிகள், ஆவியாதல், கசிவு மற்றும் ஆவியுயிர்த்தல் போன்றவைகளினால் ஏற்படும் நீரிழப்புகள் ஆகும். ஒரு ஆற்று வடிநிலத்தில் காணப்படும் வழி வளவு அங்குள்ள காலநிலை, மண்ணடுக்குகள், பாறைகளின் தன்மை மற்றும் தாவரங்களின் வகையும் அடர்த்தியும் முதலியவைகளைப் பொறுத்து இருக்கும். நிலத்தின் சரிவுக்கு ஏற்ப வழிவளவு அமைந்து இருப்பதால் நிலத் தோற்றமும் மற்றொரு முக்கியக் காரணி ஆகும். வன் சரிவுகளில் நீர் விரை வாக வழிந்து ஓடுகின்றது. மென் சரிவுகளில் மெதுவாகவும், குறிப்பிட்ட பாதைகளில் அல்லாமலும் நீர்வழிந்து ஓடும்.

**ஆற்று நீரளவில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்**

ஆற்றில் ஓடும் நீரின் அளவு பருவத்திற்கு ஏற்பவும், ஆண்டுக்கு ஆண்டும் வேறுபடக் கூடும். வற்றாத ஆறுகளில் ஆண்டு முழுவதும் நீர் ஓடிக்கொண்டு இருக்கும். வற்றும் ஆறுகளில் ஆண்டின் ஒரு பகுதியில் நீர் இல்லாமல் படுகை வறண்டு விடும். இவ்வாறுகள் வறண்டு விடுவதற்குக் காரணம் ஒரு குறிப்பிட்ட பருவத்தில் மட்டும் மழை பெய்வதும் ஊற்றுக் களிலிருந்தும் பனி உருகுவதிலிருந்தும் நீர் பெறாததும் ஆகும். தமிழ் நாட்டிலுள்ள பாலாறு வற்றும் தன்மையையுடைய ஆற்றுக்குச் சான்று ஆகும். காவேரி ஆறு வற்றாமல் இருப்பதற்குக் காரணம் அதன் வடிநிலம் பெரியதாக உள்ளதால் அதன் துணையாறுகள் வெவ்வேறு பருவங்களில் மழை பெறுகின்றன. இமயமலையிலிருந்து தோன்றும் ஆறுகள் வற்றாமல் இருக் கின்றன. ஏனெனில், மழை நீருடன் பனிக்கட்டி உருகுவதால் கிடைக்கும் நீரும் சேர்கின்றது.

ஆற்றிலுள்ள நீரின் கன அளவில் பருவங்களுக்கு ஏற்படும் மாற்றங்கள் ஆற்று வடிநிலத்தில் உள்ள காலநிலையைப் பொறுத்து இருக்கும். பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசங்களில் வறண்ட பருவம் கிடையாது. மழைப்பொழிவு சம இராப்பகல் காலங்களுக்கு ஏற்ப மார்ச்சு, செப்டம்பர் மாதங்களில் மிகுதி யாக இருக்கும். பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசத்தில் ஆற்றில் ஓடும் நீரளவிலும் இரண்டு உச்ச நிலைகளைக் காணலாம். இவ்வுச்ச நிலைகள் மழைப் பொழிவின் உச்சக் காலங்களுக்கு ஏற்ப

இருக்கும். அயன மற்றும் உப அயன மண்டலங்களில் ஒரு பருவத்தில் மழை பெய்வதால் மழை பெய்ததையடுத்து ஆறுகளில் நீரளவு உச்சமாய் இருக்கும். வறண்ட பருவத்தில் ஊற்றுக்களிலிருந்தோ, பனி உருகுவதினின்றோ நீர் பெறப்பட்டாலொழிய ஆறுகளும் வறண்டுவிடக்கூடும். மத்திய மற்றும் உயர்ந்த அட்சப் பகுதிகளில் குளிர்காலத்தில் ஆறுகள் உறைந்துவிடுவதால் நீரோட்டம் இருக்காது. இளவேனிற் காலம் துவங்கியதும் பனி உருகிவிடுவதால் நீரோட்டம் உச்சமாக இருக்கும்.

ஆற்றின் வடிகாலிலுள்ள நீரளவைச் சிறப்பாகப் பயன்படுத்த வேண்டுமானால் ஆற்றிலும் அதன் துணையாறுகளிலும் ஓடும் நீரளவைப்பற்றிய அறிவு இன்றியமையாதது ஆகும். மனிதனுடைய தேவைகளுக்கு நல்ல தண்ணீர் வழங்குவதற்கு ஆறுகள்தான் அடிப்படை ஆகும். இத்தேவைகளாவன: வாய்க்கால் பாசனம், மின் விசை உற்பத்தி, குடியிருப்புகள், தொழிற்சாலைகள் மற்றும் சில இடங்களில் போக்குவரத்து. ஆற்று வடிகாலின் ஒருங்கிணைந்த திட்டம் தேவைப்படுகின்றது. இது சிறப்பாகப் பல மாநிலங்களுக்கு இடையே ஓடும் ஆறுகளுக்கு அத்தியாவசியமாகிறது. ஆற்று வடிகாலில் ஓடும் நீரளவை மிகச்சிறந்த முறையில் பயன்படுத்துவதற்காக, பீஹார் மற்றும் மேற்கு வங்காளத்திலுள்ள தாமோதர் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கு போன்ற பல்நோக்குத் திட்டங்கள் நிறைவேற்றப்பட்டுள்ளன.

**ஏரிகள்**

நீர் நிறைந்த பள்ளங்களும் வடிகால்களும் ஏரிகள் எனப்படும். அளவு, ஆழம், மற்றும் நீரின் தன்மைக்கு ஏற்ப ஏரிகள் வேறுபடுகின்றன. உலகப் படத்தைக் கவனித்தால் காஸ்பியன் கடல், வட அமெரிக்காவிலுள்ள பெரிய ஏரிகள் மற்றும் கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள ஏரிகளும் சிறப்பாகத் தெரிகின்றன. சுமார் 450,000 ச.கி.மீ. பரப்பளவு கொண்ட காஸ்பியன் கடல் ஓர் உள்நாட்டுக் கடல் ஆகும். சிறிய ஏரிகளும் குட்டைகளும் சில சதுர மீட்டர்கள் பரப்புடையவை. பொதுவாக ஏரிகள் அதிக ஆழமற்று இருப்பினும் அமைப்புப் பள்ளங்களில் உள்ள ஏரிகள் மிக ஆழமானவை. சைபீரியாவிலுள்ள பைகல் (Baikal) ஏரியின் ஆழம் சுமார் 1500 மீட்டர்கள் ஆகும். அவைகளிலிருந்து வடியும் ஆறுகளைக் கொண்ட ஏரிகள் நல்ல நீரைப் பெற்றுள்ளன. சான்றாக, வட அமெரிக்காவிலுள்ள பெரிய ஏரிகள் நல்ல நீரைக் கொண்டிருப்பதற்குக் காரணம் அவை

செயிண்ட் லாரன்ஸ் ஆற்றினல் வடிந்துவிடுவதுதான். நீர் வெளியே வழிந்துவிடாமல் இருக்கும் ஏரிகளும் உள்நாட்டுக் கடல்களும் உவர் நீர் உடையவை. காஸ்பியன் கடல், ஏரல் கடல், மற்றும் சாக்கடல் முதலியவை உவர்நீர்க் கொண்ட ஏரிகளுக்குச் சான்றுகள் ஆகும். இராஜஸ்தானத்திலுள்ள சாம்பார் ஏரி ஓர் உவர் நீர் ஏரியாகும். இத்தகைய உவர் நீர் ஏரிகளிலிருந்து உப்புக்கள் எடுக்கப்படுகின்றன.

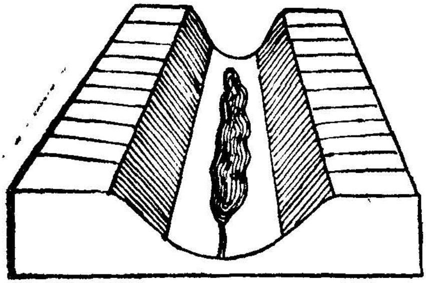
ஏரிகள் அவற்றைச் சுற்றியுள்ள பௌதீகச் சூழ்நிலையுடன் பல வகைகளில் செயல்படுகின்றன. ஏரியின் பரப்பிலிருந்து நீர் ஆவியாகி வளிமண்டலத்திற்கு நீராவியைச் சேர்க்கிறது. ஏரியின் படுகையின் வழியாக நீர் கசிந்து நிலத்தடி நீரின் அளவை அதிகரிக்கிறது. ஏரியிலுள்ள நீரின் அளவு பல காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகிறது. ஏரியின் பரப்பில் பெய்யும் மழையாலும், ஏரியில் வந்து கலக்கும் அருவிகளினுலும் ஏரிக்கு நீர் சேர்கிறது. சில ஏரிகள் மலைச்சரிவில் உள்ள பனிக்கட்டி உருகுவதாலும் மற்றும் சில ஊற்றுக்களிலிருந்தும்கூட நீரைப் பெறக்கூடும். ஏரியிலிருந்து ஆவியாதலினுலும் படுகையின் கீழ் நீர் கசிதலினுலும், ஏரியினின்று வெளிப்பட்டு ஓடும் அருவிகளினுலும் நீரளவு குறைந்துவிடக் கூடும். ஏரியினின்று வெளிப்படும் நீரின் அளவு வெளிப்படும் இடத்தின் மட்டத்தைப் பொறுத்து இருக்கும். உள்நாட்டு ஏரிகளில் நீர்மட்டம் மிக அதிகமாக வேறுபடுகிறது. சான்ருக, ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள ஆழம் குறைவான சாட் ஏரியின் (Lake Chad) பரப்பளவு பருவத்திற்கு ஏற்ப 10,000 முதல் 50,000 ச.கி.மீ. வரை வேறுபடுகிறது. நிலப் பரப்பிலுள்ள பள்ளங்களின் தோற்றங்களுக்கு ஏற்ப் ஏரிகள் பொதுவாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. புவிப்பரப்பில் பெரிய ஏரிகள் தோன்றிய பள்ளங்களிலோ, வடிநிலங்களிலோ அமைந்து உள்ளன. காஸ்பியன் கடல் ஓர் அமைப்பு வடிநிலத்தில் உள்ளது. பிளவினுல் தோன்றிய பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகளின் படுகைகளிலும் ஏரிகள் தோன்றியுள்ளன. கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள பெரிய பிளவுப் பள்ளத்தாக்கில் தங்கனியாகா, மாலவி, ருடோர்ஃப் மற்றும் சில சிறிய ஆனல் குறுகிய ஆழமான ஏரிகள் உள்ளன. இமயமலைப் பிரதேசத்தில் காஷ்மீரிலும் குமாவுன் (Kumaon) பகுதிகளிலும் மலைகளால் சூழப்பட்ட பள்ளங்களில் ஏரிகள் உள்ளன. சைபீரியாவிலுள்ள பைகல் ஏரி பிளவினுல் ஏற்பட்ட பள்ளத்தில் அமைந்துள்ளது.

எரிமலை இயங்குவதாலும் ஏரிகள் தோன்றக் கூடும் எரிமலையின் உச்சியிலுள்ள வாயில் நீர் தேங்கி ஏரியாக அமையலாம். இது எரிமலைவாய் ஏரி எனப்படும். இதற்குச்

சிறந்த எடுத்துக்காட்டு அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் ஏரிகன் மாநிலத்தில் உள்ள எரிமலைவாய் ஏரி (Crater lake) ஆகும். மகாராஷ்டிர மாநிலத்தில் உள்ள லோனூர் ஏரி (Lonar lake) ஓர் எரிமலைவாய் ஏரி என்று கருதப்படுகின்றது. எரிமலையிலிருந்து வெளிப்படும் லாவா ஆற்றுப் பாதையின் குறுக்கே அமைந்து ஏரிகளைத் தோற்றுவிக்கலாம்.

ஓர்நிலைப்படுத்தும் செய்முறைகளின் அரிப்பு மற்றும் படிதலின் விளைவாக வெவ்வேறு அளவுடைய பல ஏரிகள் தோன்றுகின்றன. ஆற்றின் செய்கையினுல் பழைய ஆற்றுப் பாதைகளில் அமைந்துள்ள குதிரைக் குளம்பு ஏரிகள் (Ox bow lakes) ஏற்படுகின்றன. வங்காளத்தில் கங்கை ஆற்றின் கடைப் பகுதியில் பல குதிரைக் குளம்பு ஏரிகள் உள்ளன. டெல்டாவின் விளிம்பில் மணற்றடை படிந்துவிடும்போது ஆற்றுப் பாதைகள் தடைப்படுவதால் நீர் தேங்கி ஏரிகள் ஏற்படுகின்றன. இவை டெல்டா ஏரிகள் எனப்படும். ஆந்திரப் பிரதேசத்தில் கிருஷ்ணு, கோதாவரி ஆற்று டெல்டாக்களுக்கு இடையே அமைந்துள்ள கோலேறு (Kolleru) எனப்படும் ஏரி டெல்டா ஏரி வகையைச் சேர்ந்தது.

பனியாற்றின் அரிப்பினுலும் படிதலினுலும்கூட ஏரிகள் தோன்றுகின்றன. கண்டப் பனியாறுகள் நிலப்பரப்பில் நகரும் போது ஏற்படும் அரிப்பினுல் வெவ்வேறு அளவுடைய பள்ளங்கள் தோன்றுகின்றன. பனியாறுகள் உருகிய பின் இப்பள்ளங்களில் ஏரிகள் தோன்றுகின்றன. பனியாறுகளில் படிவாக்கப்பட்ட மொரைன்கள் (Moraines) ஓர் ஒழுங்கற்ற பரப்பையுடையவை. இதனுல் இப்பிரதேசத்தில் பல மேடு பள்ளங்கள் காணப்படு கின்றன. பள்ளங்களில் மழை நீரும் பனி உருகிய நீரும் தேங்கி ஏரிகள் உண்டாகின்றன. கானடாவிலும் ஸ்காண்டிநேவியா விலும் உள்ள பல ஏரிகள் இவ்வாறு பனியாறுகளின் அரிப்பு மற்றும் படிதலினுல் தோன்றிவை ஆகும். கண்டப் பனியாறுகள் நிலத்தின் வடிகாலைப் பாதிப்பதால், பனியாறுகளின் ஓரங்களில் ஏரிகள் தோன்றுகின்றன. வட அமெரிக்காவிலுள்ள பெரிய ஏரிகள் இவ்வாறு பனியாற்றுச் செய்கையினுல் தோன்றியவை. மலைப்பிரதேசங்களில் பனியாறுகள் பரவுவதால் சர்க்குகளிலும் U-வடிவப் பள்ளத்தாக்குகளிலும் பள்ளங்கள் ஏற்படுகின்றன. பனிக்காலம் முடிந்தபின் இப்பள்ளங்கள் சர்க்கு ஏரிகளாகவும் (Cirques) விரல் போன்ற ஏரிகளாகவும் (Finger lakes) (படம் 7·1) மாறுகின்றன. ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளின் குறுக்கே பனியாற்றுப் படிவுகள் படிந்து விடுவதாலும் ஏரிகள் தோன்றியுள்ளன.

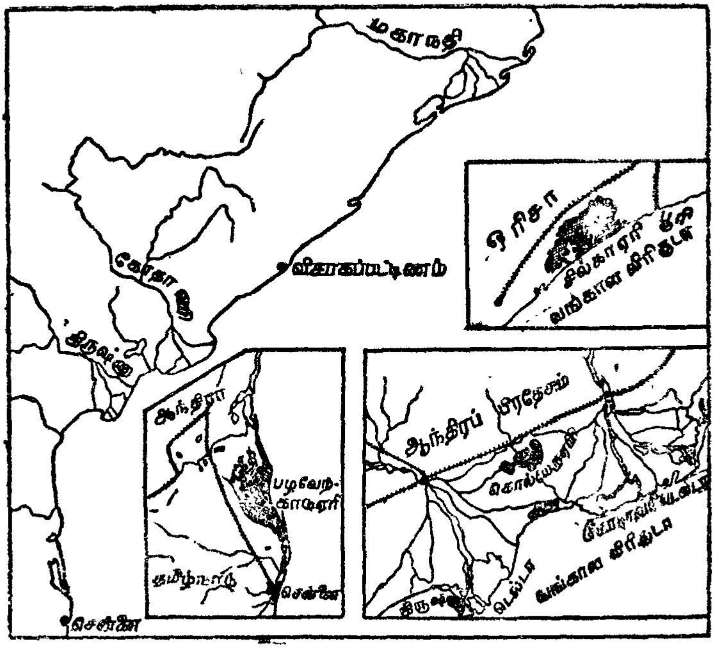


படம் 7.1
விரல் வடிவமான ஏரிகள்
(U-வடிவப் பள்ளத்தாக்கில் ஏரி அமைந்துள்ளதைக் கவனி.)

பாலை நிலங்களில் மழை நீர் சிறிய பள்ளங்களில் தேங்கிவிடுவதால் ஏரிகள் ஏற்படுகின்றன. இவை ப்ளாயா ஏரி (Playa lake) எனப்படும். இத்தகைய ஏரிகள் சில நாள்களில் வறண்டு விடுவதால் மேற்பரப்பில் உப்புக்கள் படிந்துவிடுகின்றன. பாலைநிலப் பரப்பிலிருந்து மணற்றுகள்கள் காற்றினால் எடுத்துச் செல்லப்படுவதால் பல பெரிய பள்ளங்கள் தோன்றக் கூடும். எகிப்து நாட்டிலுள்ள கிவட்டாரா (Qattara) தாழ் நிலம் இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு ஆகும். இப்பள்ளங்களில் சில உவர் ஏரிகளாகவும் சதுப்பு நிலமாகவும் இருக்கக்கூடும்.

கடற்கரையில் அலைகளின் செய்கையினாலும் ஏரிகள் தோன்றக்கூடும். கடற்கரையில் மணற்றடை தோன்றுவதால் நிலத்திலிருந்து வடியும் நீர் தடைப்பட்டு, மணற்றடைக்குப் பின்னால் நீர் தேங்கிவிடக்கூடும். இதன் விளைவாக ஆழமற்ற காயல்களும் ஏரிகளும் கடற்கரையில் தோன்றக்கூடும். கேரளாவில் கொச்சி அருகிலுள்ள வேம்பநாடு (Vembanad) ஏரியும் கடற்கரையை யடுத்த மற்றக் காயல்களும் இவ்வகையில் தோன்றியவை ஆகும். நம் நாட்டின் கிழக்குக் கடற்கரையில் உள்ள புலிகட் (Pulicat) ஏரியும் சில்கா ஏரியும் (Chilka) அலைகளின் செய்கையினால் தோன்றியவை. (படம் 7·2)

சுண்ணாம்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில் சுண்ணாம்புப் பாறை கரைதலால் ஏற்பட்ட பள்ளங்களில் ஏரிகள் தோன்றக்கூடும். இவை கார்ஸ்ட் (Karst) ஏரிகள் எனப்படும். ஏரியின் படுகையிலிருந்து எளிதில் நீர் கசிந்து விடுவதால் இவை வறண்டு விடுகின்றன. மலைப்பிரதேசத்தில் வன் சரிவுகளின் வழியாக நிலச்சரிவு போன்ற திடீர் சரிவுகளினால் பாறைத்துகளும் மண்ணடுக்கும் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கின் குறுக்கே படிந்துவிடுவதால் ஏரிகள் தோன்றக்கூடும்.




படம் 7.2

**இந்தியாவின் கிழக்குக் கடற்கரையிலுள்ள ஏரிகள்**

ஆற்றுப் பாதைகளின் குறுக்கே அணைகளைக் கட்டுவதால் பெரிய ஏரிகளை மனிதன் உருவாக்கியிருக்கிறான். சட்லஜ் ஆற்றின் குறுக்கே கட்டப்பட்டுள்ள பக்ரா அணை உலகிலேயே அதிக உயரமான அணை ஆகும். இதன் விளைவாக ஏற்பட்ட ஏரியில் 7,80,000 ஹெக்டேர் மீட்டர்கள் அளவு தண்ணீரைத் தேக்கி வைக்க முடிகின்றது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் கொலராடோ (Colorado) ஆற்றுக்குக் குறுக்கே கட்டப்பட்டுள்ள ஹூவர் (Hoover) அணையும், ஆப்பிரிக்காவில் ஜாம்பெசி ஆற்றுக்குக் குறுக்கே கட்டப்பட்டுள்ள கரிபா அணையும் பெரிய செயற்கை ஏரிகளை உருவாக்கியுள்ளன. இத்தகைய ஏரிகள் வெள்ளத்தைக் கட்டுப்படுத்தவும், நீர்ப்பாசனத்திற்கும் மின்விசை உற்பத்திக்கும் பயன்படுகின்றன. காவேரி ஆற்றின் குறுக்கே கட்டப்பட்டுள்ள மேட்டூர் அணையினால் ஆற்றில் பாயும் நீரளவு கட்டுப்படுத்தப்பட்டு டெல்டாவில் பாசன வசதிகள் பெருகியுள்ளன.

பொதுவாக ஏரிகள் தற்காலிகமான நிலத் தோற்றங்கள் ஆகும். ஆனால் பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகள் போன்ற அமைப்புப் பள்ளங்களிலுள்ள ஏரிகள் மற்ற வகைகளைக் காட்டிலும் நிலையானவை எனலாம். ஏரிகளில் வந்து கலக்கும் ஆறுகள் கொண்டு வரும் படிவுகளினால் அவை நிரப்பப்படுகின்றன. ஏரிகளிலிருந்து வெளியேறும் ஆறுகளின் அரிப்பினால் ஏரியின் மட்டம் படிப்படியாகக் குறைந்து நீர் வடிந்துவிடக் கூடும். மழை மிகுந்த நிலையிலிருந்து வறண்ட நிலைக்குக் காலநிலை மாறுவதால் மழைப் பொழிவைக் காட்டிலும் ஆவியாதல் மிகுதியாகி ஏரிகள் வறண்டுவிடக் கூடும் நில நீர் மட்டம் தாழ்ந்துவிடுவதாலும் ஏரியின் மட்டம் குறைந்து ஏரி வறண்டுவிடக்கூடும்.

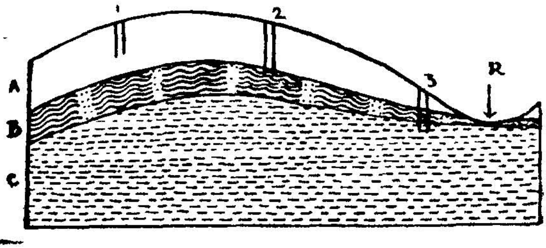
பழைய ஏரிகளின் படுகைகளில் அவற்றில் படிவான படிவுகள் இருக்கும். படிவுகள் நீரில் படிவானதால் அவை அளவிற்கு ஏற்பப் பிரிக்கப்பட்டுப் படிவாகின்றன. ஏரியின் ஓரங்களில்பெரிய அளவுடைய துகள்களும் மையப் பகுதியில் களிமண் போன்ற சிறு துகள்களும் படிவாகின்றன. இத்தகைய படிவுகளை ஏரிப் படிவுகள் (Lacustrina deposits) எனலாம். காஷ்மீர் பள்ளத் தாக்கிலுள்ள கரேவா (Karewas) படிவுகள் ஒரு பழைய ஏரியின் படிவாகியவை என்று கருதப்படுகின்றன.

ஏரிகள் பல வகைகளில் முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளன. ஆற்றுப் பாதையிலுள்ள ஏரிகள் ஆற்றில் ஓடும் நீரளவைக் கட்டுப்படுத்துவதால் வெள்ளத்தைத் தடுக்க உதவுகின்றன. வட அமெரிக்காவிலுள்ள பெரிய ஏரிகள் அடுத்துள்ள நிலப் பகுதியின் காலநிலையைப் பாதிக்கின்றன. நிலக்கரி, இரும்பு கனிகள் போன்ற கனமான பொருள்களை எடுத்துச் செல்லச் சிறந்த உள்நாட்டு வழிகளாக இப்பெரிய ஏரிகள் பயன்படுகின்றன. நிலத் தோற்றத்தின் அழகை உயர்த்த ஏரிகள் பயன்படுகின்றன. மற்றும் மீன் பிடித்தல், படகு விடுதல் போன்ற பொழுது போக்கு அம்சங்களுக்கும் இவை பயன்படுகின்றன. உவர் ஏரிகளில் உள்ள நீரிலிருந்தும் உப்பளங்களில் ஆவியாதலின் மூலமும் பல வகை உப்புக்களைப் பெற முடிகின்றது.

**நிலத்தடி நீர்**

மழை நீரின் ஒரு பகுதி நிலத்தினுள் கசிந்துவிடுகின்றது என்றும் இவ்வாறு கசியும் நீரின் அளவு பாறைகள் மண்ணடுக்கின் தன்மையைப் பொறுத்தது என்று முன்பு பார்த்தோம்.

பாறைகளிலுள்ள புரையிடங்கள் மற்றும் வீறல்களின் வழியாகக் கசியும் நீர் சில நூறு மீட்டர் ஆழத்திற்குக் கீழே தொடர்ந்து கசிவதில்லை. பொதுவாக 1000 மீட்டர் ஆழத்தில்கூடப் பாறைகளில் நீர் சிறிதளவும் இருப்பதில்லை. மேலேயுள்ள பாறைகளின் அழுத்தத்தினால் புரையிடங்களும் வீறல்களும் மூடப்படுவதால் நீரின் கசிவு தடைப்படுகின்றது. இவ்வாறு நிலத்திற்குக் கீழே நீர் கசிவதற்கு ஒரு கீழ்மட்டம் உள்ளது. பரப்பிலிருந்து கசியும் நீர் இம்மட்டத்திற்கு மேலே தேங்கிவிடுவதால் பாறையிலுள்ள புரையிடங்கள் எல்லாம் நீரால் நிரப்பப்படுகின்றன. இவ்வாறு நீர் நிரம்பிய மண்டலத்தின் மேற்பரப்பு நில நீர் மட்டம் (Water Table) எனப்படும்.




படம் 7.3

நில நீர் மட்டம்

**A.** காற்று நிரம்பிய மண்டலம்.

**B.** தற்காலிக நீர் நிரம்பிய மண்டலம்

**C.** நிலையான நீர் நிரம்பிய மண்டலம்.

A-C க்கு இடையேயுள்ள எல்லை நில நீர் மட்டத்தைக் குறிக்கும். 1. வறண்ட கிணறு; 2. கோடையில்மட்டும் வறண்டு விடும் கிணறு; 3. வற்றாத கிணறு. R-ஆறு.

நிலத்தினடியில் கிடைக்கும் நீரளவை அடிப்படையாகக் கொண்டு மூன்று மண்டலங்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன. பரப்பிற்குக் கீழே அதை அடுத்துள்ள மண்டலம் காற்று நிரம்பிய மண்டலம் (Zone of Aeration) எனப்படும். இம் மண்டலத்தில் புரையிடங்களிலும் வீறல்களிலும் காற்று நிரம்பியுள்ளது இதன் வழியாக நீர் எளிதில் கசிந்தாலும் இம் மண்டலத்தில் நில நீர் இருக்காது.

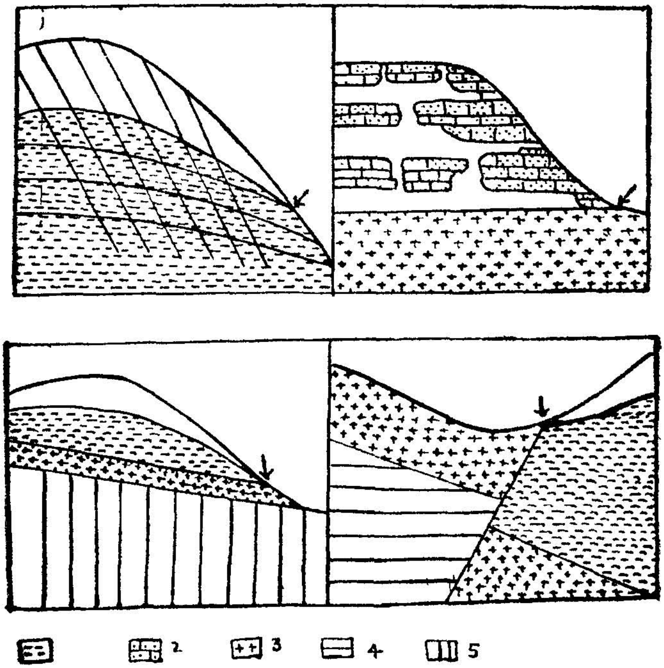
இதற்குக் கீழே உள்ள மண்டலம் **தற்காலிகமாக நீர் நிரம்பிய மண்டலம்** (Zone of Temporary Saturation) எனப்படும். இம் மண்டலத்திலுள்ள புரையிடங்களில் மழைக்காலத்தில் மட்டும் நீர் நிரம்பியிருக்கும். ஏனெனில், மழைக்காலத்தில் நில நீர் மட்டம் இந்த மட்டம் வரை உயர்ந்து இருக்கும். வறண்ட பருவத்தில் நில நீர் மட்டம் தாழ்ந்துவிடுவதால் இம் மண்டலம் வறண்டு விடுகின்றது. இம் மண்டலத்திற்குக் கீழே உள்ளது **நிலையாக நீர் நிரம்பிய மண்டலம்** (Zone of Permanent Saturation). இம் மண்டலத்தில் எல்லாப் புரையிடங்களிலும் நிலையாக நீர் நிரம்பியிருக்கும்.

மழைப் பருவத்தில் நில நீர் மட்டம் உயர்கின்றது. வறண்ட பருவத்தில் இம் மட்டம் தாழ்ந்து விடுகின்றது. மழையிலேற்படும் பருவ வேறுபாடுகள் தவிர பிற காரணிகளும் நில நீர் மட்டத்தின் ஆழத்தைப் பாதிக்கின்றன. நிலத் தோற்றம் ஒரு முக்கியமான காரணி ஆகும். நிலத்தின் உயர வேறுபாடுகளுக்கு ஏற்ப நில நீர் மட்டத்தின் ஆழம் வேறுபடுகின்றது. மேட்டு நிலங்களில் நில நீர் மட்டம் அதிக ஆழமாகவும் பள்ளத்தாக்குகளிலும் தாழ் நிலங்களிலும் குறைந்த ஆழத்திலும் இருக்கும். ஆறு,ஏரி,குளம்போன்ற நீர் நிலைகளும் நில நீர் மட்டத்தைப் பாதிக்கின்றன. இந் நீர் நிலைகளிலிருந்து எளிதில் நீர்க்கசிவு ஏற்படுவதால் இவைகளை யடுத்துள்ள பிரதேசத்தில் நில நீர் மட்டம் உயர்கிறது. தமிழ் நாட்டில் ஏரிப் பாசனம் உடைய இடங்களில் ஏரியின் நீர் மட்டம் நில நீர் மட்டத்தைப் பாதிக்கின்றது. ஏரிகள் நிரம்பியிருக்கும்போது நில நீர் மட்டம் உயர்வதால் கிணறுகளில் நீர் நிரம்பியிருக்கும். ஏரிகளில் நீர் மட்டம் குறைந்தால் நில நீர் மட்டம் தாழ்ந்து விடுகிறது. கிணறுகளிலும் நீரின் மட்டம் தாழ்ந்து விடும்.

கிணறுகளின் மூலம் நில நீரை அதிக அளவு இறைத்து விடுவதாலும் நில நீர் மட்டம் தாழ்ந்து விடும். நிலத்தினுள் நீர் கசியும் விகிதத்தைக் காட்டிலும் நீர் நிரம்பிய மண்டலத்திலிருந்து நீர் இறைக்கப்படும் விகிதம் மிகுதியாக இருக்கும். படிப்படியாக நில நீர் மட்டம் தாழ்ந்து விடுவதால் குறைந்த ஆழமுடைய கிணறுகள் வறண்டு விடுகின்றன. தமிழ் நாட்டில் கோயம்புத்தூர் மாவட்டத்தில் சில இடங்களில் இந் நிலை காணப்படுகின்றது.

ஒரு பிரதேசத்திலுள்ள பாறைகளின் பண்புகள் மற்றும் அலைகளின் அமைப்பைப் பொறுத்தும் நில நீர் மட்டம் வேறு

படும். படிவுப்பாறைப் பிரதேசங்களில் மணற்பாறையடுக்கில் கசிவுத்தன்மை மிகுதியாய் உள்ளது. இவ்வாறு எளிதில் நீரைக் கசியவிடுந் தன்மையுடைய பாறைகள் நீர்கொள் பாறைகள் (Acquifers) எனப்படும். களிமண் எளிதில் நீரைக் கசியவிடாத நீரில்லாப் பாறைக்கு (Acquiclude) சான்று ஆகும். இப்பாறைகள் அடுத்தடுத்து அமைந்திருப்பின் நீர்ப்புகாப் பாறைகள் நீர்க் கசிவைத் தடுப்பதால் நீர்கொள் பாறைகளில் நீர் தேங்கிவிடுகின்றது. பல நீர்ப் புகும் பாறைகளும் நீர்ப்புகாப் பாறைகளும் அடுத்தடுத்து இருந்தால் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நில நீர் மட்டம் இருக்கக் கூடும்.




படம் 7.4.

ஊற்றுகள்

(அம்புக்குறி ஊற்றைக் குறிப்பிடுகிறது.)

1. நீர் நிரம்பிய மண்டலம். 2. சுண்ணாம்புப் பாறை—(கரைதலினால் ஏற்பட்ட குகைகளைக் கவனி). 3. நீர்ப் புகாப் பாறை. 4 & 5. மற்றப் பாறைகள்.

**ஊற்றுக்கள்**

நில நீர் நிலப்பரப்பில் வெளிப்படும் இடங்கள் ஊற்றுக்கள் எனப்படும். நில நீர் மட்டம் நிலப்பரப்பில் வெளிப்படும் சில விடங்களில் ஊற்றுக்கள் தோன்றுகின்றன. நில நீர் மட்டத்தில் போதிய அழுத்தம் இருக்கும் வரையில்தான் ஊற்றுக்களில் நீர் வெளிப்படும். நீர்ப்புகும் பாறைகளுக்கும் நீர்ப்பு காப்பாறை களுக்கும் இடையேயுள்ள எல்லைக் கோட்டில் ஊற்றுக்களைக் காணலாம். நீர்ப்புகாப் பாறைகளின் வழியாக நீர் கசிய முடியாததால் நீர்ப்புகும் பாறையில் நீர் இடையாக நகர்ந்து இரு பாறை அடுக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள தளத்தில் ஊற்றாக வெளிப்படுகின்றது. நிலப்பரப்பில் வீறல்களும் வெடிப்புகளும் வெளிப்படும் இடத்திலும் ஊற்றுக்கள் தோன்றுகின்றன.

பள்ளத்தாக்கு ஆற்றின் அரிப்பினால் தோன்றியதால் பள்ளத்தாக்கின் பக்கச் சரிவுகளில் நில நீர் மட்டம் வெளிப்படும். இதன் விளைவாக ஊற்றுக்கள் பள்ளத்தாக்கின் பக்கங்களில் தோன்றுகின்றன. நீர்ப் புகும் பாறையும் நீர்ப்புகாப் பாறையும் பிளவினால் மாற்றியமைக்கப்பட்ட இடங்களில் பிளவுக்கோட் டின் வழியே ஊற்றுக்கள் காணப்படலாம். நில நீர் மட்டத்தின் மாற்றங்கள் ஊற்றுக்களின் வழியாக வெளிப்படும் நீரின் அளவைப் பாதிக்கின்றன. சில ஊற்றுக்கள் வற்றாமலும் மற்றுஞ் சில வற்றுந்தன்மை உடையனவாகவும் இருக்கின்றன.

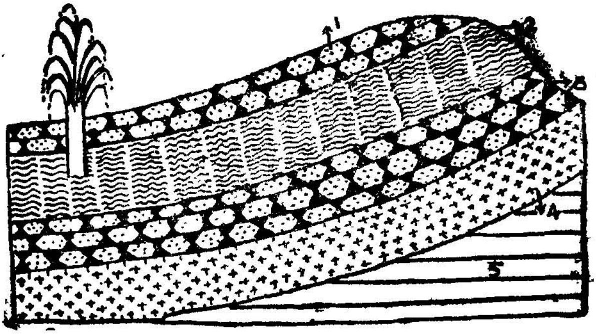
**கிணறுகள்**

நிலத்தடி நீரைப் பயன்படுத்த கிணறுகள் வெட்டப்படு கின்றன. ஆறுகளிலிருந்தும் ஏரிகளிலிருந்தும் கிடைக்கும் நீர் போதாமல் இருக்கும் இடங்களிலும் கிணறுகள் பயன்படு கின்றன. ஆழம் குறைவாயுள்ள கிணறுகள் கோடைக்காலத்தில் வறண்டுவிடுகின்றன. ஏனெனில், இக் கிணறுகள் தற்காலிக நீர் நிரம்பிய மண்டலம் வரைதான் வெட்டப்பட்டுள்ளன. நிலையான நீர் நிரம்பிய மண்டலம் வரை வெட்டப்பட்டுள்ள ஆழமான கிணறுகளில் ஆண்டு முழுவதும் நீர் இருக்கும். நில நீர் மட்டத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கு ஏற்பக் கிணறுகளின் நீரின் மட்டம் மாறுகின்றன. கிணறுகளிலிருந்து நீர் இறைக்கப் படும் வேகத்தைப் பொறுத்தும் நீர் மட்டம் பாதிக்கப்படு கின்றன. மின் விசையினால் இயங்கும் பம்புகளின் மூலம் நீர்

அதிக அளவில் இறைக்கப்படுவதால் நில நீர் மட்டம் தாழ்ந்து விடுகிறது.

### ஆர்ட்டீசியன் கிணறுகள் (Artesian wells)

ஆர்ட்டீசியன் கிணறுகளில் நீர் தானாகவே நிலப்பரப்பிற்கு மேல் பீறிட்டெழுகின்றன. மற்றக் கிணறுகளைப் போல, நீரை இறைக்க வேண்டியது இல்லை. நிலப்பரப்பிற்குக் கீழே நீர் நிரம்பிய மண்டலத்தில் அதிக அழுத்தம் உள்ளதால் நீர் தானாகவே மேலே உயர்கின்றது. இந் நிலை ஏற்பட வேண்டுமானால் மேலும் கீழும் இரண்டு நீர்ப்புகாப் பாறையடுக்குகளுக்கு இடையே தடித்த நீர்ப்புகும் பாறையடுக்கு இருக்க வேண்டும். நீர்ப் புகும் பாறையடுக்கு உயர்ந்த மட்டத்தில் நிலப்பரப்பில்



படம் 7.5

ஆர்ட்டீசியன் கிணறுகள்

1 & 3. நீர்ப் புகாப்பாறை;
2. நீர்ப் புகும் பாறை—நீர் நிரம்பிய மண்டலம்;
4 & 5. மற்றப் பாறைகள்.

வெளிப்பட வேண்டும். இப் பாறையடுக்கின் வழியாக நீர்க் கசிவு ஏற்பட்டு நீர்ப்புகும் பாறையடுக்கில் ஒரு நீர் நிரம்பிய மண்டலத்தை உருவாக்குகின்றது. நீர்ப்புகாப் பாறையடுக்குகள் மேலும் கீழும் அமைந்துள்ளதால் நீர் நிரம்பிய மண்டலத்தில் உள்ள நீரில் அதிக அழுத்தம் ஏற்படுகின்றது. இந்நிலையில் நில நீர் மட்டம் வரையில் ஒரு கிணறு வெட்டப்பட்டால் நீர் பீறிட்டு மேலெழுகின்றது. இவ்வாறு ஏற்படுவதற்குக் கிணற்றின் மட்டம் நிலப் பரப்பில் நீர்ப் புகும் பாறையில் வெளிப்படும்

மட்டத்தைக் காட்டிலும் தாழ்ந்ததாக இருக்க வேண்டும். ஆஸ்திரேலியாவிலுள்ள நியூ சவுத்வேல்ஸ் (New Southwales) மற்றும் குவின்ஸ்லாந்து (Queensland) மாநிலங்களின் பகுதிகளில் பரவியுள்ள பெரிய ஆர்ட்டீசியன் வடிநிலத்தில் ஆர்ட்டீசியன் கிணறுகள் உள்ளன. தென் ஆர்க்காடு மாவட்டத்திலும் பாண்டிச்சேரியிலும் ஆர்ட்டீசியன் கிணறுகள் உள்ளன.

எரிமலைப் பிரதேசங்களிலும், புவியோட்டின் நிலையற்ற தன்மையுடைய பகுதிகளிலும் வெந்நீர் ஊற்றுக்களும் (Hot Springs), கொதிநீர் ஊற்றுக்களும் (Geysers) உள்ளன. அதிக ஆழத்தில் வெப்பமான பாறைகளிலிருந்து பெறப்படும் நீர் வெந்நீர் ஊற்றாகத் தோன்றுகின்றன. புவிப் பரப்பிற்குக் கீழே சராசரி 32 மீட்டர் ஆழத்திற்கு 1°செ. வீதம் வெப்பம் அதிகரிக்கிறது. ஆழமான வெடிப்புகளின் வழியாக நீர் மேலே உயர்கின்றது. கொதிநீர் ஊற்றுகளில் நீராவியும் வெப்பமான நீரும் விட்டுவிட்டு பீரிட்டு எழுகின்றன. ஐஸ்லாந்திலும் அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் மேற்குப் பகுதியிலும் நியூஜிலாந்திலும் வெந்நீர் ஊற்றுக்களும் கொதிநீர் ஊற்றுக்களும் உள்ளன. இமயமலைப் பிரதேசங்களில் பலவிடங்களில் வெந்நீர் ஊற்றுக்கள் உள்ளன.

சுண்ணும்புப் பாறை போன்ற கரையும் தன்மையுடைய பாறைகளில் நில நீர் அரிப்புச் செய்முறையாக இயங்குகிறது. விரிசல்களின் வழியாகவும் வெடிப்புக்களின் வழியாகவும் நீர்க்கசியும்போது பாறை கரைக்கப்படுகின்றது. இதன் விளைவாகக் குகைகள் ஏற்படுகின்றன. உறிஞ்சித் துளைகள் (Sink holes) என்ற ஆழமற்ற பள்ளங்களின் வழியாக நீர் எளிதில் கசிந்து விடுவதால், சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசங்களில் வடிகால் இருக்காது. சுண்ணும்புப் பாறைப் பரப்பில் இத்தகைய பல பள்ளங்கள் வெவ்வேறு அளவுகளில் இருக்கும்.

பருமனான சுண்ணும்புப் பாறை அடுக்கு நிலப் பரப்பில் வெளிப்படும் இடங்களில்தான் குகைகள் சிறப்பாக வளர்ச்சியடைந்திருக்கும். அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டிலுள்ள கெண்டகி (Kentucky) மாநிலத்தில் மாம்மத் (Mammoth) குகைப் பிரதேசத்தில் 50 கி.மீ. நீளத்திற்குக் குகைகள் உள்ளன. நம் நாட்டில் மத்தியப் பிரதேசத்திலுள்ள பஸ்தார் மாவட்டத்திலுள்ள சுண்ணும்புப் பாறைப் பிரதேசத்தில் குகைகள் உள்ளன.

சுண்ணும்புப் பாறையின் வழியாகக் கசிந்து கரைதலினால் பல நிலத் தோற்றங்களை ஏற்படுத்தி இறுதியில் சுண்ணும்புப்

பாறையடுக்கின் அடியில் வெளிப்படுகிறது. கரையாமல் எஞ்சியுள்ள சுண்ணும்புப் பாறைபடுக்குத் தனிப்பட்ட குன்றுகளாகக் காட்சியளிக்கும்.

## பயிற்சி

கருக்கமாக விடையளிக்கவும்:

1. ஒரு பிரதேசத்தில் ஆவியாதலைப் பாதிக்கும் காரணிகள் எவை?
2. நீர்ப்புகும் பாறை மற்றும் நீர்ப்புகாப் பாறைகளுக்கு இடையேயுள்ள வேறுபாடுகளை விளக்குக.
3. ஆவியுயிர்த்தல் என்ருல் என்ன?
4. சில ஆறுகள் ஏன் வற்றிவிடுகின்றன?
5. பல்நோக்குத் திட்டத்தின் முக்கியத்துவம் என்ன?
6. சில ஏரிகளில் உவர் நீரும், மற்றுஞ் சிலவற்றில் நல்ல நீரும் இருப்பது ஏன்?
7. சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையுடன் ஏரிகள் எவ்வாறு செயல்படுகின்றன?
8. ஏரிகள் தற்காலிக நிலத்தோற்றங்களாகக் கருதப்படுவது எதனுல்?
9. ஏரிப் படிவுகள் எவை?
10. நில நீர் மட்டம் என்ருல் என்ன?
11. ஊற்றுக்கள் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன?
12. ஆர்ட்டீசியன் கிணறுகள் என்ருல் என்ன?

விரிவாக விடையளிக்கவும் :

1. ஆற்றிலுள்ள நீரின் கன அளவில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும் காரணிகளை விவரி.
2. ஏரிகளை வகைப்படுத்துக. தக்க சான்றுகள் கொடுக்க

3. ஒரு பிரதேசத்தில் நில நீர் மட்டத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகளை விவரி.

4. நில நீரினுல் ஏற்படும் தேய்தல் செய்முறையை விவரி.